PISMO PG

PISMO PRACOWNIKÓW I STUDENTÓW POLITECHNIKI GDAŃSKIEJ

KWIECIEŃ 2004 ISSN 1429-4494 NR 4 (98)/04 ROK XII

20 lat Wydziału Fizyki Technicznej i Matematyki Stosowanej



Inauguracja Roku Akademickiego 2003/2004

na

Wydziale Fizyki Technicznej i Matematyki Stosowanej

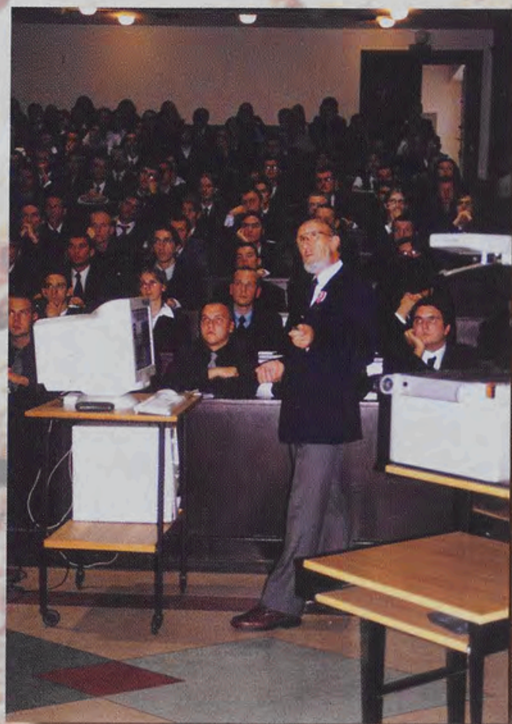


Nareszcie jesteśmy studentami



Dużo nas, a chętnych jeszcze więcej





Wykład inauguracyjny wygłasza dr hab. H. Sodolski, prof. PG

Naszą wspaniałą kadrę docenia MENiS - prorektor ds. współpracy ze środowiskiem gospodarczym i inicjatyw europejskich prof. dr hab. inż. W. Sadowski i dziekan Wydziału Fizyki Technicznej i Matematyki Stosowanej prof. dr hab. J. Godlewski wręczają dr. hab. H. Sodolskiemu, prof. PG, medal Komisji Edukacji Narodowej



www.pg.gda.pl/PismoPG/

„Pismo PG" wydaje Politechnika Gdańska za zgodą Rektora i na zasadzie pracy społecznej Zespołu Redakcyjnego. Autorzy publikacji nie otrzymują honorariów oraz akceptują jednoczesne ukazanie się artykułów na łamach „Pisma" i w Internecie.

Adres Redakcji
Politechnika Gdańska
Dział Organizacyjno-Prawny
Redakcja „Pisma PG"
ul. G. Narutowicza 11/12, 80-952 Gdańsk
pok. 205, Gmach Główny B,
tel. (48 58) 347 17 09, fax 341 58 21

Zespół Redakcyjny
Waldemar Affelt (sekretarz),
Józef Kuśba (redaktor prowadzący)
Henryk Krawczyk, Jerzy Kulas,
Jadwiga Lipińska, Joanna Szłapczyńska,
Jakub Uniejewski, Stefan Zabieglik

Opracowanie techniczne i typograficzne
Skład komputerowy – Ewa Niziołkiewicz
Redakcja „Pisma PG",
e-mail: inprom@pg.gda.pl

Opracowanie okładki
Ewa Niziołkiewicz
Fot. 1. str. okładki – Krzysztof Krzempek
Fot. 2. str. okładki – Elżbieta Ptasińska-Denga
Fot. 3. str. okładki – Marek Chmielewski, Andrzej Kozłowski
Fot. 4. str. okładki – Liliana Urban

Stała współpraca
Zespół Technik Multimedialnych

Korekta
Joanna Szłapczyńska

Druk
Zakład Poligrafii Politechniki Gdańskiej

Numer zamknięto 1 kwietnia 2004 r.

Spis treści

Szanowni Państwo

Aktualny numer „Pisma PG" gościnnie poświęcony jest zagadnieniom związanym z Wydziałem Fizyki Technicznej i Matematyki Stosowanej. Okazja ku temu jest szczególna, ponieważ w tym roku akademickim Wydział obchodzi kilka istotnych rocznic, a mianowicie XXX-lecie rozpoczęcia kształcenia na kierunku Fizyka Techniczna, XX-lecie swojego powstania oraz V-lecie rozpoczęcia kształcenia na kierunku Matematyka.

Oczywiście, kształcenie studentów politechniki z zakresu matematyki i fizyki rozpoczęło się od początku powstania uczelni. Tak więc Wydział poprzez specjalne wydanie „Pisma PG" włącza się również w obchody rocznicowe związane ze 100-leciem powstania politechniki w Gdańsku oraz 60-leciem powstania Politechniki Gdańskiej.

Przygotowany numer „Pisma PG" przedstawia szereg aktualnych informacji o Wydziale, a także dane historyczne, dotyczące znanych profesorów oraz badań naukowych i kształcenia w zakresie przedmiotów matematyka i fizyka, zarówno w okresie przedwojennym, jak i powojennym.

Prezentowany numer „Pisma PG" powstał dzięki zgodzie JM Rektora PG oraz pomocy szeregu osób. Autorom artykułów i tym wszystkim, którzy przyczynili się do wydania tego numeru „Pisma PG", chciałbym serdecznie podziękować.

Mam nadzieję, że Państwo z zainteresowaniem przeczytacie ten okazjonalny numer „Pisma PG" poświęcony Wydziałowi Fizyki Technicznej i Matematyki Stosowanej.



Prof. dr hab. Jan Godlewski
Dziekan Wydziału

fot. Liliana Urban

Wydział Fizyki Technicznej i Matematyki Stosowanej – stan obecny i perspektywy rozwoju

Wydział Fizyki Technicznej i Matematyki Stosowanej (FTiMS), w swoim obecnym kształcie, powstał prawie dwadzieścia lat temu, a dokładniej – w wyniku decyzji Senatu Politechniki Gdańskiej w lipcu 1983 roku. Decyzja o powstaniu wydziału wynikała z wysokiej aktywności naukowej, dydaktycznej i organizacyjnej ówczesnego Instytutu Fizyki oraz Instytutu Matematyki, a także ogólnego trendu na polskich uczelniach, związanego z przechodzeniem od kształceniu studentów poprzez instytuty do kształcenia przez wydziały. Należy również zauważyć, że do czasu powstawania Wydz. FTiMS, wchłonięty przez wydział Instytut Fizyki miał już spore, bo dziesięcioletnie doświadczenia w kształceniu studentów na kierunku Podstawowe Problemy Techniki w zakresie specjalności Fizyka Techniczna. W późniejszym okresie specjalność Fizyka Techniczna stała się kierunkiem kształcenia. W momencie powstawania wydziału istniały także spore nadzieje na rozwój kształcenia studentów na kierunku Matematyka. Z różnych przyczyn zostało to zrealizowane dopiero po trzynastu latach od powstania wydziału.

Tak więc, dopiero od roku 1997, tzn. od momentu rozpoczęcia kształcenia na dwóch kierunkach studiów, wydział realizuje te kierunki kształcenia, które są związane z jego pełną nazwą.

Wydział FTiMS od chwili powstania wyróżniał się spośród innych wydziałów Politechniki Gdańskiej w dwóch zasadniczych aspektach, a mianowicie, jest wydziałem, który większość obciążeń dydaktycznych nauczycieli akademickich (prawie 70%) realizuje na rzecz pozostałych dziewięciu wydziałów Politechniki Gdańskiej, a z punku widzenia naukowego jest jedynym wydziałem na Politechnice Gdańskiej, na którym są uprawiane dwie dyscypliny naukowe – matematyka i fizyka. W zakresie dyscypliny naukowej fizyka, Wydział od wielu lat posiada prawa doktoryzowania.

Biorąc pod uwagę działalność naukową, dydaktyczną oraz organizacyjną, Wydz. FTiMS jest więc obecnie ustabilizowanym wydziałem Politechniki Gdańskiej. Stabilizacja ta wynika również z faktu, że matematycy i fizycy od początku powstania Politechniki Gdańskiej w roku 1945 kształcą studentów naszej uczelni w zakresie tych przedmiotów, a od trzydziestu lat także własnych studentów. Należy również podkreślić, że każdy student Politechniki Gdańskiej realizuje, bądź realizował, zajęcia dydaktyczne prowadzone przez pracowników Wydziału FTiMS. Zapewne wielu studentów i absolwentów pamięta wykłady i ćwiczenia audytoryjne z matematyki i fizyki oraz laboratoria z fizyki, ponieważ są to zwykle pierwsze zajęcia dydaktyczne, jakie ma początkujący student na Politechnice Gdańskiej.

Realizowane przez Wydział zajęcia dydaktyczne, zwykle dla studentów pierwszych lat studiów, stanowią pomost pomiędzy zajęciami lekcyjnymi w szkole średniej a zajęciami realizowanymi w trybie studiów wyższych. Rola ta różnie jest widziana przez poszczególne wydziały. Niektóre z wydziałów wiedzą o tym, że studentem nie zostaje się natychmiast po wstąpieniu na uczelnię i przewidują okres adaptacyjny. W wyniku tego punktu widzenia, programy studiów na pierwszym semestrze są dostosowane do poziomu percepcji początkujących studentów. Wydziały te prowadzą także równolegle różne formy dokształcania studentów semestru pierwszego, tak aby przewidziany harmonogramem studiów program z zakresu matematyki i fizyki był łatwiej przyswajalny, a tryb prowadzenia zajęć ze studentami nie był dla początkujących studentów stresujący.

Są też kierunki studiów, na których studenta pierwszego semestru traktuje się

jako doskonale przystosowanego psychicznie i merytorycznie do percepcji potężnej dawki wiedzy. W moim przekonaniu, przy nauczaniu matematyki i fizyki na pierwszym roku studiów należy uwzględniać zarówno merytoryczny aspekt treści programowych, jak i możliwości adaptacyjne oraz percepcyjne realizowanego programu studiów przez początkujących studentów. Problem ten na uczelniach technicznych będzie jeszcze coraz bardziej narastał z powodu znacznego obniżenia poziomu nauczania z zakresu przedmiotów matematyka i fizyka w szkołach średnich. Wynika to z niekorzystnej, z punktu widzenia przedmiotów ścisłych, reorganizacji procesu nauczania w szkole średniej, polegającej na wprowadzeniu wielości programów nauczania oraz zmniejszeniu liczby godzin nauczania w zakresie przedmiotów ścisłych, przy jednoczesnym braku kompatybilności programów nauczania w gimnazjum i szkołach ponadgimnazjalnych. Powoduje to, że przychodząca na uczelnię techniczną młodzież ma niewielki zasób wiedzy z zakresu przedmiotów ścisłych i wymaga starannej opieki na pierwszym roku studiów. W latach najbliższych sytuacja w tym względzie może się tylko pogorszyć.

W związku z zaistniałą sytuacją w zakresie nauczania przedmiotów ścisłych w szkołach średnich, uczelnia techniczna będzie musiała praktycznie od podstaw zacząć ich nauczanie, zwłaszcza zaś fizyki. Stawia to nowe zadania przed naszym Wydziałem, a także przed uczelnią, w zakresie programów nauczania, treści programowych, planu studiów oraz organizacji procesu kształcenia. Problemy te mogą ulec znacznemu dodatkowemu zwielokrotnieniu z powodu niżu demograficznego, wzrostu liczby miejsc na studiach w różnych szkołach wyższych, rozwoju humanistyczno-podobnych profili kształcenia w szkołach średnich, co prowadzi do coraz mniejszego zainteresowania młodzieży studiami politechnicznymi.

Uczelnia i Wydział powinny być przygotowane do nowych warunków dotyczących kształcenia studentów na Politechnice Gdańskiej. Wydaje się, że obecna świadomość tych przyszłych nowych zadań uczelni i Wydziału nie jest wystarczająca.

Kadra Wydziału, jak już wspominałem, nie tylko uczestniczy w kształceniu studentów z podstaw matematyki i fizyki. Wydział kształci również własnych studentów na pięcioletnich dziennych studiach magisterskich w zakresie dwóch kierunków studiów: Fizyki Technicznej i Matematyki. Dodatkowo, wspólnie z Wydz. Chemicznym oraz Mechanicznym, Wydz. FTiMS kształci również studentów na kierunku Inżynieria Materiałowa. Obecnie, na Wydziale FTiMS studiuje ponad 700 studentów, a na kierunku Inżynieria Materiałowa prawie 300 studentów. W ramach powyższych kierunków studiów na Wydziale realizowanych jest sześć specjalności, a mianowicie: Fizyka Stosowana, Fizyka i Technika Konwersji Energii, Technologia Materiałów Elektronicznych, Informatyka Stosowana, Matematyka Finansowa oraz Matematyka Stosowana. Wydział prowadzi także studia uzupełniające dla specjalności Informatyka Stosowana. Specjalności te pokrywają się w znacznym stopniu z zainteresowaniami naukowymi pracowników Wydziału. Studenci Wydziału studiują także na uczelniach zagranicznych, przede wszystkim w ramach programu ERASMUS.

Kadra Wydziału prowadzi także wybrane zajęcia dydaktyczne na studiach doktoranckich istniejących na Politechnice Gdańskiej. Uczestniczy więc bezpośrednio w kształceniu wysoko kwalifikowanych kadr nie tylko naszego Wydziału, ale także całej uczelni. Przy Wydziale są także kształceni doktoranci w ramach Środowiskowego Studium Doktoranckiego prowadzonego przez Wydz. Mechaniczny.

Wydz. FTiMS jest więc w pełni zaangażowany we wszystkie rodzaje procesów dydaktycznych prowadzonych w Politechnice Gdańskiej, począwszy od studiów inżynierskich, poprzez magisterskie, na studiach doktoranckich kończąc.

Wydział prowadzi także różnego rodzaju formy dokształcania kandydatów na studentów na kursach przygotowawczych, studentów na różnego rodzaju zajęciach uzupełniających oraz absolwentów na kursach informatycznych, studiach podyplomowych z zakresu informatyki oraz pedagogiki dotyczącej nauczania takich przedmiotów, jak matematyka, fizyka oraz informatyka. Ukończenie kursu pedagogicznego daje uprawnienia do nauczania tych przedmiotów.

Działalność dydaktyczna Wydziału obejmuje więc wszystkie możliwe pola działania. W powyższym zakresie należy oczekiwać doskonalenia dotychczasowych form kształcenia oraz aktywności Wydziału w zakresie rozwoju nowych specjalności, dalszego rozwoju różnych form dokształcania studentów i absolwentów uczelni oraz, być może w niedalekiej przyszłości, uruchomienia nowego kierunku studiów: Informatyki Stosowanej.

Uruchomienie nowego kierunku jest silnie zależne od możliwości lokalowych oraz potencjału laboratoryjnego. W związku z oczekującymi Wydział zadaniami, niezbędny jest przyrost bazy dydaktycznej, zarówno w zakresie sal dydaktycznych, jak i wyposażenia laboratoriów dydaktycznych oraz pokazów, które są niedoinwestowane i znacznie wyeksploatowane. Mamy nadzieję, że wejście Polski do UE spowoduje także, iż będą dostępne fundusze unijne na te cele, gdyż wyposażenie laboratoriów dydaktycznych bardzo szybko się zużywa i wymaga ciągłych inwestycji. Zużycie bazy laboratoryjnej wynika z prostego faktu, iż prawie wszyscy studenci pierwszych lat studiów realizują zajęcia laboratoryjne. Jest to grupa ponad 2000 osób, która od rana do wieczora eksploatuje przyrządy wykorzystywane do ćwiczeń laboratoryjnych. Taka intensywna eksploatacja przyrządów pomiarowych musi prowadzić do ich szybkiego zużycia, co naturalnie jest realizowane.

Dydaktyka prowadzona na Wydziale na różnym poziomie zaawansowania stanowi podstawę istnienia każdego wydziału. Wydział jednak nie mógłby istnieć bez kształcenia wysoko kwalifikowanych kadr, prowadzącego do uzyskiwania przez pracowników naukowych Wydziału stopni i tytułów naukowych. Kadra Wydziału ciągle się rozwija, przede wszystkim dzięki dobrej współpracy z ośrodkami posiadającymi prawa habilitowania. Szczególną uwagę należy jednak w przyszłości zwrócić na rozwój samodzielnej kadry w zakresie nauk matematycznych, która powinna być wystarczająca co najmniej do uzyskania przez Wydział praw doktoryzowania w dziedzinie nauk matematycznych.

Kadra Wydziału jest obecnie całkowicie wystarczająca dla kształcenia aktualnej liczby studentów, a Wydział z punktu widzenia odpowiednich normatywów stosowanych przez MENiS – mógłby zwiększyć liczbę studentów nawet dwukrotnie.

Aktualnie, na Wydz. FTiMS pracuje 108 nauczycieli akademickich oraz 21 pracowników naukowo-technicznych i administracyjnych. Przy Wydziale studiuje także 35 doktorantów, którzy prowadzą również zajęcia dydaktyczne z studentami. Wśród nauczycieli akademickich

Wydział zatrudnia 23 naukowców ze stopniem doktora habilitowanego, w tym 10 posiada tytuł profesora. Kadra ta prowadzi intensywne badania naukowe w zakresie szeregu zagadnień naukowych związanych z uprawianymi dyscyplinami naukowymi: matematyką i fizyką.

Organizacyjnie Wydział podzielony jest na siedem katedr, dwa zakłady oraz sekretariat i dziekanat. Tematyka badań naukowych związana jest z nazwą katedr i zakładów istniejących na Wydziale. Na Wydziale istnieją następujące katedry: Algebry, Analizy Matematycznej i Numerycznej, Fizyki Atomowej i Luminescencji, Fizyki Ciała Stałego, Fizyki Molekularnej, Fizyki Teoretycznej i Metod Numerycznych, Fizyki Zjawisk Elektronowych, Równań Różniczkowych oraz Zakład Matematyki Dyskretnej. Działania dydaktyczne Wydziału wspomaga Zakład Obsługi Dydaktyki. Pracownicy Wydziału publikują średnio rocznie ponad 150 prac i komunikatów naukowych, przy czym około 50 publikowanych jest w czasopismach umieszczonych na tzw. liście filadelfijskiej. Wiele prac opublikowanych przez pracowników Wydziału dokonanych jest we współpracy z ośrodkami zagranicznymi. Współpraca naukowców Wydziału na tym polu jest niezwykle aktywna i jest prowadzona z wieloma ośrodkami w Europie oraz na świecie. Aktualnie, Wydział prowadzi intensywną współpracę z 24 ośrodkami naukowymi za granicą. Wydział jest organizatorem lub współorganizatorem konferencji naukowych krajowych i międzynarodowych. Aktywna działalność naukowa Wydziału na różnych polach została wysoko oceniona przez KBN (obecnie MNiI) i uzyskał on wysoką drugą kategorię. Tak wysoka ocena naukowa umieszcza nasz Wydział wśród czołówki wydziałów politechnicznych o podobnym profilu naukowym oraz także w czołówce wydziałów uniwersyteckich oraz jednostek naukowych Polskiej Akademii Nauk.

Pisząc o sukcesach Wydziału, nie można zapominać o trudnościach, jakie on napotyka. Zasadniczym problemem jest niedoinwestowanie w aparaturę naukową, przyrządy służące do ćwiczeń laboratoryjnych oraz pokazy na wykładach z fizyki. Niedostateczne są także liczby wysoko kwalifikowanej kadry naukowo-technicznej, zaplecze, infrastruktura laboratoryjna oraz wielkość, jakość i wyposażenie pomieszczeń dydaktycznych i naukowych. Brak do dyspozycji odpowiedniej aparatury badawczej jest często uzupełniany poprzez współpracę z ośrodkami zagranicznymi posiadającymi taką aparaturę lub też poprzez realizację prac teoretycznych albo o istotnym udziale analizy numerycznej. Niestety, niektórych braków na tym polu naukowym i dydaktycznym nie da się uzupełnić bez zaangażowania odpowiednich środków finansowych oraz posiadania odpowiednich pomieszczeń na różne cele dydaktyczne i naukowe.

Istniejące trudności nie mogą być przeszkodą w rozwoju Wydziału, w aktualnych warunkach wewnętrznych i zewnętrznych, jakie obecnie istnieją. Ze względu na znaczne rezerwy kadrowe w zakresie kadry samodzielnej, Wydział zamierza zwiększyć liczbę własnych studentów do ponad 1000 studentów, przy ciągłym wzroście liczby specjalności, a w przyszłości także kierunków studiów oferowanych do kształcenia. Większa liczba studentów pozwoli na rozwój i stabilizację własnej kadry naukowej, uzyskanie praw doktoryzowania w zakresie nauk matematycznych oraz habilitowania w zakresie nauk fizycznych. Wydział zamierza w najbliższym czasie rozpocząć starania o te uprawnienia, ponieważ formalne warunki w tym zakresie są praktycznie spełnione.

Wzrost liczby studentów wymaga zwiększenia bazy lokalowej niezbędnej dla realizacji prac dyplomowych studentów oraz naukowych prowadzących do rozwoju kadry. Wydział liczy w tym względzie na przychylność władz uczelni w zakresie pozyskania nowych lokali na różne cele oraz ich remontu. Jak dotychczas, władze uczelni obecnej kadencji wykazują daleko idącą pomoc w tym względzie. Niestety, permanentne przez lata niedoinwestowanie Wydziału, wynikające z braku funduszu rozwoju, spowodowało istotne braki, szczególnie w zakresie wyposażenia i bazy dydaktycznej. Różnego rodzaju pomoc uczelni jest także niezbędna przy wdrożeniu zunifikowanych programów nauczania na pierwszym roku studiów oraz przy wdrażaniu wszelkich form pomocy w dokształcaniu kandydatów na studia oraz studentów pierwszych lat studiów w zakresie matematyki i fizyki.

Wielość zadań dydaktycznych, naukowych oraz organizacyjnych jest dobrym prognostykiem rozwoju Wydziału. Istotny, w ostatnich latach, wzrost liczby kandydatów na studia jest także potwierdzeniem przyjęcia właściwego kierunku rozwoju Wydziału w zakresie oferty dydaktycznej. Dodatkowo, wysoka ocena działalności naukowej Wydziału oraz względnie młoda kadra samodzielnych pracowników daje podstawę sądzić, że dalekosiężne plany mogą być zrealizowane. Także dotychczasowa, i miejmy nadzieję, że również w przyszłości, przychylność władz uczelni w szerokim aspekcie zagadnień pozwoli na dalszy, harmonijny rozwój Wydziału w zakresie powyżej zarysowanych celów do osiągnięcia.

Prof. dr hab. Jan Godlewski
Dziekan Wydziału

Z okazji JUBILEUSZU FIZ-MATU

Wszyscy jesteśmy ponoć fizykami,
Od święta, na co dzień i w domu, i w szkole,
Nieraz nie wiemy nawet o tym sami,
Że właśnie fizyków wypełniamy role.

Bo otoczenie i to, co nad głową,
I to, co pod nami – każde poruszenie,
Jest wielu faktów natury rozmową,
Dla **innych fizyków** jest jej rozumienie.

Każdy z nas liczyć uczył się latami,
Nielicznych grono liczy zaś inaczej,
Czy więc jesteśmy matematykami?
Mądrzejsze są głowy od innych oznaczeń.

Od lat dwudziestu te dziedziny wielkie
W matmo-fizycznym przebywają związku,
By rozwiązywać natury zawiłości wszelkie,
Jako związek nauk różnych obowiązków.

Gdzieś tam fizyka – teoretyczna,
Tam analiza – ta matematyczna,
Gdzieś ktoś równania pieści różniczkowe,
Inny znów jest mistrzem fizy – atomowej,
Inny zgłębia problem – ciała – lecz stałego,
A inny od problemu jest już dyskretnego.

Tak dla korzyści **Wszystkich** i dobra **Wydziału**,
Sławę stworzyli sami nienaganną pracą,
Do Jubileuszu dochodząc pomału,
Do dziś ważności i prymu nie tracąc.

Życzę ci **Fizo** – z posad poruszeń,
Życzę ci **Matmo** – głowy Eulera
A pracownikom serdecznych wzruszeń
Niech **duch natury** ich zawsze wspiera.

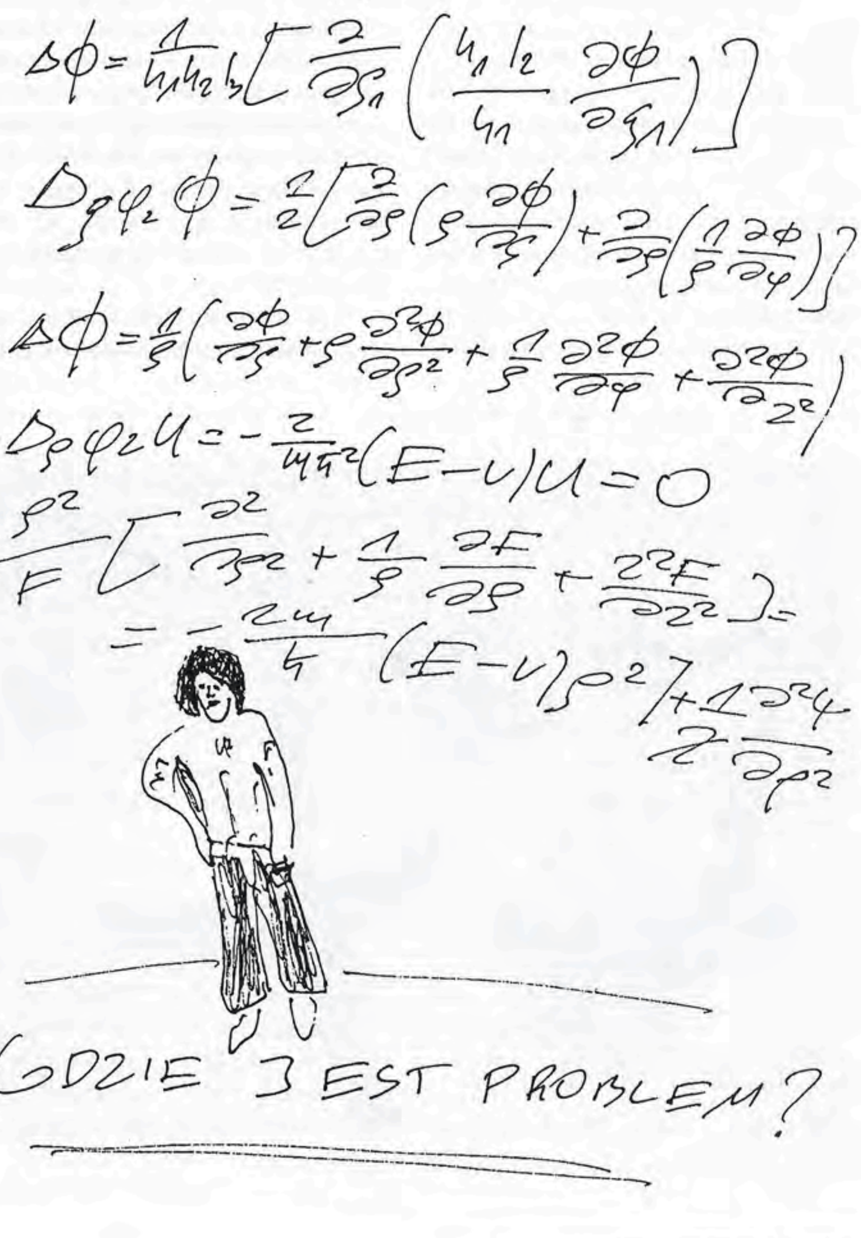
Marek Biedrzycki
Dział Współpracy z Zagranicą

Rozwój naukowy Wydziału FTiMS z punktu widzenia prodziekana ds. nauki

Naukowa pozycja Wydziału Fizyki Technicznej i Matematyki Stosowanej Politechniki Gdańskiej jest coraz silniejsza, o czym świadczy II kategoria przyznana ostatnio przez Komitet Badań Naukowych. Składa się na to II kategoria w obrębie nauk fizycznych dla Zespołu Katedr Fizycznych i II kategoria w obrębie nauk matematycznych dla Zespołu Katedr Matematycznych. To ostatnie osiągnięcie zasługuje na szczególne wyróżnienie, ponieważ nasi matematycy dokonali w krótkim czasie skoku z kategorii IV do II. Potrzebna jest stabilizacja. Jeśli utrzymamy tę wysoką pozycję, a z uczelni technicznych wyprzedza nas jedynie renomowana Akademia Górniczo-Hutnicza z Krakowa, to będziemy mogli być z siebie zadowoleni. Marzeniem, może nie tak zupełnie nierealnym, byłoby znalezienie się wśród najlepszych, tych z I kategorią.

Jednym z najważniejszych parametrów wpływających na kategoryzację w matematyce i fizyce jest liczba prac opublikowanych w recenzowanych czasopismach naukowych, a tutaj w ciągu ostatnich trzech lat średnio publikowaliśmy ponad 95 prac rocznie, z tego prawie dwie trzecie w najbardziej cenionych czasopismach z listy filadelfijskiej. Niewątpliwym rekordzistą pod względem liczby opublikowanych artykułów jest dr hab. Tadeusz Jankowski, prof. nadzw. PG, który w ubiegłym roku samodzielnie opublikował 16 prac. Statystycznie rzecz biorąc, każdy z pracowników dydaktyczno-naukowych publikował w ciągu roku co najmniej jedną pracę w porządnym czasopiśmie naukowym. Tematyka tych prac jest różnorodna – od czystej matematyki, poprzez jej zastosowania, wliczając w to fizykę teoretyczną i komputerową, aż po fizykę doświadczalną i jej zastosowania. U podstaw tej swoistej piramidy mamy badania z zakresu analizy matematycznej i topologii, rachunku prawdopodobieństwa i procesów stochastycznych, metod numerycznych i równań różniczkowych. W następnej warstwie tej piramidy możemy wyróżnić prace dotyczące podstaw informatyki kwantowej, kwantowej teorii pola i dynamiki nieliniowej. Potem przechodzimy do teoretycznej i doświadczalnej fizyki atomowej oraz dynamiczno-molekularnych symulacji komputerowych, by znaleźć się w fizyce molekularnej dotyczącej procesów, transportu energii i ładunków. Stąd krok do fizyki ciała stałego z jej badaniami nad przewodnictwem i nadprzewodnictwem, by w końcu na samym szczycie znaleźć zastosowania techniczne m.in. do nieniszczącej detekcji wad materiałowych.

Inną oznaką świadczącą o pozycji Wydziału są uprawnienia do nadawania stopni naukowych doktora i doktora habilitowanego. Obecnie posiadamy jedynie uprawnienia do nadawania stopnia doktora nauk fizycznych, ale widać możliwość uzyskania prawa do nadawania stopnia doktora habilitowanego. Już obecnie spełniamy warunek posiadania sześciu profesorów tytularnych i sześciu doktorów habilitowanych z fizyki. W istocie, dzięki nominacjom uzyskanym ostatnio przez prof. dr. hab. inż. Wojciecha Sadowskiego i prof. dr. hab. inż. Leona Murawskiego mamy siedmiu profesorów tytularnych. Wkrótce zostanie wysłany odpowiedni wniosek do Centralnej Komisji ds. Tytułu Naukowego i Stopni Naukowych. Taki wniosek jest przygotowywany przez prof. dr. hab. inż. Leona Murawskiego. Jestem pewien, że możemy liczyć na ósmą nominację w drugiej połowie 2004 roku, co tylko ten wniosek wzmocni. Ponadto, można jeszcze li-



czyć w przeciągu roku na uzyskanie dwóch habilitacji, po jednej w Katedrze Fizyki Ciała Stałego oraz Katedrze Fizyki Teoretycznej i Metod Matematycznych. W tym samym okresie czasu, trzy dalsze osoby mogłyby się postarać się o otwarcie przewodów habilitacyjnych, znów z Katedry Fizyki Ciała Stałego oraz z Katedry Fizyki Molekularnej i Katedry Zjawisk Elektronowych. Umocnieniu pozycji fizyki sprzyja również praktykowany sposób zatrudnienia, gdzie rezygnuje się z zatrudniania asystentów bez doktoratów. Jedynie osoby z doktoratami, w szczególności uzyskanymi na Doktoranckim Studium Środowiskowym, mają szansę na zatrudnienie. Dalej jednak, co leży już w kompetencji kierowników katedr, młodzi doktorzy powinni być zachęcani do odbywania co najmniej dwuletnich staży w dobrych ośrodkach zagranicznych. Wtedy średnia wieku uzyskiwania habilitacji uległaby obniżeniu do około 35 lat.

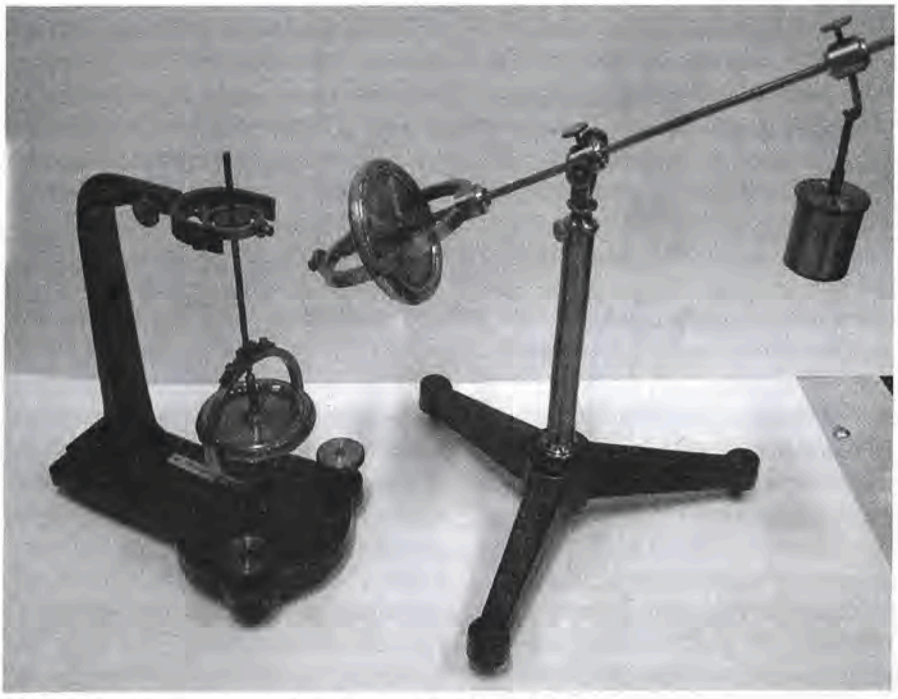
Jak w fizyce uzyskanie praw habilitacyjnych, tak w matematyce uzyskanie praw nadawanie stopni doktorskich będzie celem na najbliższe lata. Do jego osiągnięcia Wydział musi zatrudniać ośmiu samodzielnych pracowników, będących profesorami bądź doktorami habilitowanymi w dziedzinie matematyki. Formalnie do osiągnięcia tego stanu rzeczy brakuje jednej osoby ze stopniem doktora habilitowanego. Osobiście uważam, że w ciągu najbliższych dwóch lat istnieje realna szansa na uzyskanie dwóch habilitacji, po jednej w Katedrze Analizy Matematycznej i Numerycznej oraz Katedrze Algebry. Zupełnie możliwe jest również stosunkowe szybkie uzyskanie stopnia doktora habilitowanego z dziedziny pokrewnej, jak nauki fizyczne lub techniczne, w Katedrze Równań Różniczkowych. Pamietając o tym i o dodatkowej osobie ze stopniem doktora habilitowanego nauk technicznych, czyli dr. hab. Eligiuszu Mieloszyku, prof. nadzw. PG, uzyskanie praw doktorskich w najbliższych trzech latach jest zupełnie możliwe. Trzeba również wspomnieć o możliwości zatrudnienia naszych najlepszych absolwentów matematyki stosowanej, jak i absolwentów innych uczelni, z czego część kierowników katedr matematycznych ostatnio skorzystała. Powinno to zaowocować, w odpowiednim okresie czasu, obronionymi pracami doktorskimi, co tylko dodatkowo wzmocni nasz Wydział. Te plany należy uzupełnić o szansę uzyskania, w przeciągu dwóch lat, co najmniej jednej nominacji profesorskiej z matematyki.

Zagrożenia rozwoju naukowego, a więc i samej nauki, są dobrze znane, były niejednokrotnie omawiane w szeregu publikacji, również na łamach „Pisma PG". Z mojego punktu widzenia, jako prodziekana ds. nauki, zupełnie abstrahując od możliwych rozwiązań systemowych, trzy takie zagrożenia są szczególnie istotne. Myślę o zbyt niskim finansowaniu badań naukowych, w tym pensji młodych pracowników i stypendiów doktoranckich, przeciążaniu młodych pracowników ponadwymiarowymi godzinami dydaktycznymi oraz niedostatecznym zainteresowaniu rozwojem naukowym asystentów przez samodzielnych pracowników. Jakąś niewielką ulgą, w pierwszej sprawie, stanowi uchwała Rady Wydziału z 1998 roku o dofinansowaniu doktoratów i habilitacji z funduszy wydziałowych. Po otwarciu przewodu doktorskiego, można uzyskać dwukrotne dofinansowanie w wysokości 1500 zł, natomiast po wygłoszeniu referatu, zawierającego przynajmniej część tez habilitacyjnych, dwukrotne dofinansowanie w wysokości 2000 zł. Liczba przyznanych dofinansowań, w porównaniu z liczbą pomyślnie obronionych prac doktorskich, zdecydowanie potwierdza słuszność tej uchwały. Jeśli chodzi o habilitacje, to na dziewięć dofinansowanych osób, dotychczas tylko trzy uzyskały stopnie doktora habilitowanego, ale i tak uważam to za sukces, ponieważ już sama deklaracja o możliwości rozpoczęcia przewodu habilitacyjnego jest dla nas bardzo cenna.

Jednym z przejawów aktywności naukowej są robocze seminaria i bardziej oficjalne seminaria wydziałowe. Właśnie w ubiegłym roku dokonaliśmy inauguracji comiesięcznych seminariów wydziałowych z matematyki i fizyki. Na wykładach prof. Andrzeja Granasa i prof. Jana Godlewskiego trudno było znaleźć jakiekolwiek miejsca siedzące. Dzięki wkładowi pracy dr. hab. Marka Izydorka i dr. hab. Radosława Szmytkowskiego, prof. nadzw. PG w organizację tych seminariów staną się one, na co mam nadzieję, stałą pozycją w planie comiesięcznych zajęć naszych pracowników i doktorantów.

Józef E. Sienkiewicz
Wydział Fizyki Technicznej
i Matematyki Stosowanej

Rys. autor



Wahadło żyroskopowe, waga żyroskopowa (fot. Jerzy Kulas)

80-lecie urodzin Profesora Czesława Bojarskiego



Profesor zwyczajny dr hab. Czesław Bojarski urodził się 25 grudnia 1923 roku w Działdowie.

Studia wyższe odbył w latach 1947-1952 na Wydziale Matematyki, Fizyki i Chemii Uniwersytetu Mikołaja Kopernika w Toruniu i uzyskał tytuł magistra filozofii w zakresie fizyki.

Stopień naukowy doktora nauk matematyczno-fizycznych nadała Mu w 1962 r. Rada Wydziału Matematyki i Fizyki Uniwersytetu Warszawskiego na podstawie rozprawy doktorskiej pt. „Niektóre zagadnienia międzymolekularnej migracji energii wzbudzenia i depolaryzacji stężeniowej fotoluminescencji roztworów stałych", a stopień naukowy doktora habilitowanego nauk fizycznych w zakresie optyki molekularnej, w roku 1975 Rada Naukowa Instytutu Chemii Fizycznej PAN w Warszawie na podstawie rozprawy habilitacyjnej pt. „Bezpromieniste przenoszenie elektronowej energii wzbudzenia i niektóre efekty stężeniowe w roztworach fluoryzujących".

Pierwszą pracę podjął w roku 1951 w Oficerskiej Szkole Artylerii w Toruniu w charakterze wykładowcy fizyki. Od roku 1952 pracuje na Politechnice Gdańskiej, gdzie w I Katedrze Fizyki i w Instytucie Fizyki zajmował kolejno stanowiska asystenta (1952-1954), starszego asystenta (1954-1957), adiunkta (1957-1968), docenta (1968-1980), profesora nadzwyczajnego (1980-1987), profesora zwyczajnego (1987-1994), a obecnie jest profesorem emerytowanym. W latach 1954-1955 pracował dodatkowo jako nauczyciel w Technikum Budownictwa Przemysłowego w Gdańsku.

Profesor C. Bojarski opublikował około 160 prac w uznanych międzynarodowych i polskich czasopismach naukowych. Prace te dotyczyły głównie bezpromienistego przekazywania energii wzbudzenia w ciekłych i sztywnych roztworach fluoryzujących.

Wszystkie teorie stężeniowej depolaryzacji fluorescencji w roztworach sztywnych, opracowane przez Wawiłowa (1943), Förstera (1948), Jabłońskiego i Gałanina (1955), nie brały pod uwagę efektu wygaszania stężeniowego, a teorie Wawiłowa i Gałanina, w dodatku, efektu remigracji elektronowej energii wzbudzenia. Teorie Förstera (1949) i Jabłońskiego (1954) w zakresie wpływu stężenia akceptora na wydajność kwantową donora ograniczały się do układów, w których koncentracja donora jest o wiele mniejsza niż koncentracja akceptora ($C_D << C_A$), zaś bezpromieniste przekazywanie energii traktowane było w nich jako proces jednoetapowy. Te same ograniczenia dotyczą zmian stężeniowych czasu zaniku, a także funkcji zaniku fluorescencji donora. Należy podkreślić, że wszystkie te ograniczenia ukazują daleko niezadowalający stan teorii samowygaszania w tym okresie.

Profesor C. Bojarski opracował ogólne teorie stężeniowego wygaszania fluorescencji w roztworach ciekłych i stężeniowej depolaryzacji fluorescencji w roztworach sztywnych bez wspomnianych wyżej upraszczających założeń. Wyjaśnił ilościowo efekt repolaryzacji obserwowany przy wyższych koncentracjach molekuł barwników w roztworze. Mechanizm wygaszania stężeniowego fluorescencji (samowygaszania) został uzasadniony przez Niego obecnością niefluoryzujących dimerów. W tych teoriach wziął pod uwagę migrację elektronowej energii wzbudzenia w układzie donorów (monomerów) w procesie transportu energii do akceptorów (dimerów). Jako pierwszy przeprowadził badania teoretyczne i doświadczalne prostego i odwrotnego transportu wzbudzenia elektronowego w dwuskładnikowych układach fluoryzujących. Liczne prace eksperymentalne przeprowadzone przez Niego i współpracowników potwierdziły poprawność tych teorii.

Osiągnięcia profesora C. Bojarskiego mają istotne znaczenie dla poznania kinetyki zaniku i wygaszania fluorescencji, dla identyfikacji mechanizmów migracji energii wzbudzenia w makromolekułach i roztworach. Mogą one również znaleźć zastosowanie przy projektowaniu baterii słonecznych, optymalnych układów scyntylujących, ośrodków czynnych dla laserów, polimerów odpornych na oddziaływanie z promieniowaniem ultrafioletowym i widzialnym.

Prace profesora C. Bojarskiego cytowane były wielokrotnie w artykułach naukowych autorów krajowych i zagranicznych. O wysokim poziomie naukowym Jego prac może świadczyć fakt, że w okresie (1974-1978) częstotliwość ich cytowań w literaturze światowej dała Mu 13. pozycję na 192 profesorów i docentów polskich, pracujących w fizyce teoretycznej, fizyce cząstek elementarnych, fizyce jądrowej, fizyce atomowej i molekularnej. Jego prace były również cytowane w kilkunastu monografiach wydanych za granicą, np. przez A. Schmillena i R. Leglera w tomie 3 „Landolt - Börnstein Numerical Data and Functional Relationships in Science end Technology. - Springer Verlag - Berlin 1957 r., przez A. M. Sarżewskiego i A. N. Sewczenkę w „Anizotropija pogłoszczenia ispuskanija swieta molekułami" – Mińsk 1971 r., przez I. B. Berlmana w „Energy Transfer Parameters of Aromatic Compounds" – New York and London 1973, przez N. E. Geacintova i J. Bretona w „Biological Events Probed by Ultrafast Laser Spectroscopy" – Academic Press 1982, przez W. Ł. Jermołajewa, J. N. Bodunowa, I. B. Swiesznikowa i T. A. Szachwierdowa w monografii „Biezizłuczatielnyj pierenos eniergii elektronnowo wozbużdienija" – Leningrad 1977.

W ostatniej z wymienionych monografii osiągnięte przez profesora C. Bojarskiego i Jego zespół wyniki uzyskały wysoką ocenę, o czym świadczą liczne cytaty; m. in. w § 3.2 na str. 66 czytamy: „Współczesną teorią opisującą obydwa wyżej opisane zjawiska (depolaryzację stężeniową i wygaszanie stężeniowe fluorescencji) jest teoria Bojarskiego".

Wyniki prac Profesora Bojarskiego zostały także zastosowane przez innych autorów, m.in. do badania mechanizmu wygaszania fluorescencji w układach mieszanych barwników [L.W. Lewszin

i inni, Ż. Prikł. Spektrosk., 32, 41 (1980); ibid. 33, 100 (1980). Opt. i Spektrosk., 54, 807 (1983)], jak również w układach modelowych dla fotosyntezy [E. I. Zenkiewicz, A. P. Łosew, Izw. AN SSSR Ser. Fiz., 39, 1845 (1975); G. P. Gurinowicz i inni, J. Luminescence 26, 267 (1982)], a także do analizy procesu bezpromienistego przekazywani energii w micelach [E. Balint i inni, Acta Phys. Polon., A58, 345 (1980)], do wyznaczania stałej dimeryzacji barwników kationowych w cienkich warstwach polimerowych i analizy fotoreakcji w sztywnych matrycach [J. Marx, K. Schiller, J. f. prakt. Chemie 321, 102 (1979), Z. Phys. Chemie, Leipzig 263, 90 (1982)].

Jest On uznanym specjalistą w dziedzinie luminescencji molekularnej. Kilka razy powierzano Mu referat plenarny na Międzynarodowej Konferencji Luminescencyjnej w Szeged na Węgrzech. Przez wiele lat był członkiem Międzynarodowego Komitetu Organizacyjnego tej Konferencji. Był również członkiem Międzynarodowego Komitetu Naukowego Sympozjum Luminescencji Molekularnej i Fotofizyki, które odbyło się w roku 1986 w Toruniu. Jest recenzentem wielu czasopism o zasięgu międzynarodowym. W 1998 roku z okazji 75. urodzin Jubilata czasopismo EPA Newsletter zamieściło notkę o Jego działalności naukowej.

Profesor C. Bojarski prowadził na Politechnice Gdańskiej przez szereg lat wykłady kursowe z fizyki ogólnej na Wydziale Elektroniki i Wydziale Elektrycznym, oraz wykłady monograficzne, te ostatnie na Sekcji Fizyki Technicznej, Sekcji Pomiarów Izotopowych i na studium doktoranckim przy Wydziale Elektroniki PG. Od roku 1973 prowadził wykłady kursowe i monograficzne oraz seminarium na Fizyce Technicznej przy Instytucie Fizyki oraz na Wydziale Fizyki Technicznej i Matematyki Stosowanej PG. Uczestniczył w opracowywaniu nowych programów nauczania i organizowaniu nowych laboratoriów dla Fizyki Technicznej.

Pełnił funkcje opiekuna roku (1960-68) i grup studenckich (1952-60), a także prodziekana Wydziału Elektroniki (1968-69), poświęcając dużo czasu sprawom bytowym i wychowawczym. Był także opiekunem 13 prac magisterskich studentów Politechniki Gdańskiej i Uniwersytetu Gdańskiego.

Profesor C. Bojarski zorganizował poważny i liczący się w świecie zespół naukowy, zajmujący się fotoluminescencją układów organicznych. W pracach tego zespołu, który uczestniczył w realizacji zadań w ramach problemów międzyresortowych MR.I.9 i MR.I.5, pełnił On rolę kierowniczą, a Jego udział był czynny. Był promotorem 9 prac doktorskich, z których 4 zostały wyróżnione, recenzentem 24 prac doktorskich i 4 habilitacyjnych. W Jego zespole dwie osoby uzyskały stopień doktora habilitowanego. Od roku 1967 prowadził systematycznie co dwa tygodnie seminarium z luminescencji molekularnej, w którym brali udział oprócz pracowników Jego zespołu także pracownicy Instytutu Fizyki Uniwersytetu Gdańskiego.

Profesor C. Bojarski współpracował lub współpracuje z wieloma ośrodkami naukowymi w kraju (m.in. Instytut Fizyki Uniwersytetu M. Kopernika w Toruniu, Instytut Fizyki Uniwersytetu Gdańskiego, Instytut Fizyki Uniwersytetu Warmińsko-Mazurskiego w Olsztynie) i za granicą (m.in. Instytut Fizyki Doświadczalnej Uniwersytetu w Szeged, Katedra Optyki na Uniwersytecie w Mińsku, Laboratorium Promieniowania i Elektroniki Jądrowej w Strasburgu, Instytut Chemii Fizycznej na Politechnice Leuna-Merseburg, Laboratorium Fizyki na Uniwersytecie im. L. Pasteura w Strasburgu, Centrum Spektroskopii Fluorescencyjnej w Baltimore, Instytut Badań Polimerów na Uniwersytecie w Akron w stanie Ohio, Wydział Sztuk i Nauk na Uniwersytecie w Montrealu, Katedra Chemii na Uniwersytecie w Toronto, Katedra Chemii na Uniwersytecie Hebrajskim w Jerozolimie), w których wielu Jego współpracowników przebywało na stażach naukowych. Są oni współautorami około 50 artykułów Profesora, opublikowanych w specjalistycznych czasopismach wysokiej rangi.

W ramach działalności organizacyjnej na Politechnice Gdańskiej pełnił funkcję kierownika I Katedry Fizyki i prodziekana Wydziału Elektroniki (1968-69), zastępcy dyrektora Instytutu Fizyki (1969-71) i (1974-76), członka Komisji Rektorskiej ds. Badań Naukowych (1973-76), członka Komisji Rektorskiej ds. Rozwoju Kadry Naukowo-Dydaktycznej (1977-78), przewodniczącego Komisji Rektorskiej ds. wdrożenia Międzynarodowego Układu Jednostek SI (1978), kierownika zakładu dydaktycznego dla Wydziału Elektroniki (1969-1984), kierownika Katedry Luminescencji Molekularnej (1984-1995).

Profesor C. Bojarski uczestniczył także w popularyzacji fizyki, biorąc udział jako wykładowca w odczytach przeznaczonych dla młodzieży szkół średnich w ramach działalności Polskiego Towarzystwa Fizycznego. Jako członek Zarządu Oddziału Gdańskiego PTF (1955-57), a później jako przewodniczący Oddziału (1967-68) zorganizował szereg odczytów z dydaktyki fizyki, przeznaczonych dla nauczycieli szkół średnich.

Za osiągnięte wyniki w działalności naukowej został trzy razy wyróżniony nagrodą indywidualną Ministra Nauki, Szkolnictwa Wyższego i Techniki w latach 1965 (III stopnia), 1973 (II stopnia), 1976 (III stopnia), nagrodą zespołową 1981 (II stopnia), nagrodą naukową Polskiego Towarzystwa Fizycznego (1973) oraz 19 razy nagrodą naukową Rektora Politechniki Gdańskiej.

W uznaniu dla Jego pracy społeczno-organizacyjnej w Politechnice Gdańskiej otrzymał 6 razy nagrodę Rektora PG, m.in. za pracę zawodową i społeczną (1953), za specjalny wkład pracy dydaktyczno-organizacyjnej (1960), za opiekę nad I Katedrą Fizyki (1967). Został również odznaczony Srebrnym i Złotym Krzyżem Zasługi (1971 i 1973), a także Krzyżem Kawalerskim Orderu Odrodzenia Polski (1981).

Po przejściu w 1994 roku na emeryturę profesor C. Bojarski w dalszym ciągu pozostaje aktywny naukowo. Opublikował w tym czasie 12 artykułów w czasopismach z listy filadelfijskiej, a kilka następnych ma w przygotowaniu.

W ocenie byłych współpracowników profesor C. Bojarski jest człowiekiem o wielkiej kulturze osobistej, osobą skromną, a jednocześnie uczonym w całym tego słowa znaczeniu, zawsze – nawet w najtrudniejszych czasach – zachowującym niezależność i bezstronność. Na szczególne podkreślenie zasługuje Jego życzliwość i chęć pomocy innym.

Z okazji 80. urodzin Profesora składamy Mu najlepsze życzenia zdrowia, pomyślności i wszystkiego dobrego.

Józef Kuśba
Wydział Fizyki Technicznej
i Matematyki Stosowanej

Fizyka na politechnice w Gdańsku w latach 1904 - 45*

W końcu XIX wieku władze pruskie podjęły decyzję o utworzeniu w Gdańsku politechniki – Królewskiej Wyższej Szkoły Technicznej (Königliche Technische Hochschule zu Danzig). Budowa gmachów politechniki trwała w latach 1900–04. W uroczystej inauguracji działalności uczelni, która odbyła się 6 października 1904 roku, wziął udział cesarz Wilhelm II. Pierwszym rektorem politechniki został profesor matematyki Hans von Mangoldt.

Oganizacyjnie uczelnia dzieliła się na sześć wydziałów (Abteilungen):

1. Wydział Architektury
2. Wydział Budownictwa Lądowego
3. Wydział Budowy Maszyn i Elektrotechniki
4. Wydział Budowy Okrętów i Maszyn Okrętowych
5. Wydział Chemii
6. Wydział Nauk Ogólnych.

Instytut Fizyki (według kryteriów obecnych – katedra), który wchodził w skład Wydziału Nauk Ogólnych, zajmował pomieszczenia w południowo-wschodnim skrzydle Gmachu Głównego. W Instytucie utworzono trzy etaty naukowo-dydaktyczne. Pracownicy Instytutu, prócz prowadzenia badań naukowych, zobowiązani byli do prowadzenia wykładów z podstaw fizyki dla studentów pierwszych semestrów wszystkich wydziałów oraz laboratorium fizycznego, z którego zwolnieni byli studenci architektury.

Pierwszym profesorem fizyki na politechnice w Gdańsku został, przybyły z Akwizgranu (Aachen), Max Wien[1], który zajmował to stanowisko w latach 1904–11. Zainteresowania naukowe Wiena podczas pracy w Gdańsku obejmowały przede wszystkim elektrotechnikę wysokich częstotliwości, a w szczególności zagadnienia związane z emisją i odbiorem fal elektromagnetycznych. Jego najważniejszym osiągnięciem w tym okresie było udoskonalenie w roku 1907 nadajnika telegraficznego, polegające na eliminacji jego dotychczasowej wady, jaką było silne tłumienie iskry elektrycznej. Już w roku następnym pomysł Wiena został wykorzystany przez firmę Telefunken w wyprodukowanym przez nią telegrafie, za pomocą którego do I wojny światowej utrzymywano transatlantycką łączność telegraficzną. W roku 1911 Wien przeniósł się na uniwersytet w Jenie.

W latach 1905-06 docentem, a w latach 1911-13 – profesorem zwyczajnym w Instytucie Fizyki był Jonathan Zenneck, również wybitny specjalista z zakresu elektrotechniki. W roku 1905 Zenneck, wówczas jeszcze docent uniwersytetu w Strasburgu, opublikował obszerną monografię *Drgania elektromagnetyczne i telegrafia bezprzewodowa*, która doczekała się kilku wydań niemieckich i tłumaczeń na języki obce. W roku 1913 Zenneck przeniósł się na politechnikę w Monachium.

Bruno Strasser był docentem w Instytucie Fizyki w latach 1904–11. Badania, które prowadził, miały charakter doświadczalny i dotyczyły elektrotechniki wysokich częstości, doświadczalnej weryfikacji szczególnej teorii względności oraz efektu Dopplera w promieniach kanalikowych.



Od lewej: Max Wien, Bruno Strasser, Jonathan Zenneck [Physikalische Blätter 51 (1995) F-67]



Friedrich Krüger [Physikalische Zeitschrift 41 (1940) 481].

W roku 1913 następcą Zennecka na stanowisku profesora zwyczajnego fizyki został Friedrich Krüger, dotychczas docent chemii fizycznej. Zainteresowania naukowe Krügera obejmowały elektrochemię, później również hydrodynamikę i akustykę. W roku 1921 Krüger przeniósł się na uniwersytet w Greifswaldzie.

W okresie profesury Krügera docentem fizyki był teoretyk Karl Försterling, którego zainteresowania naukowe obejmowały teorię fotografii, termodynamikę, optykę oraz fizykę kwantową.

W roku 1920 powstało Wolne Miasto Gdańsk. Choć formalnie politechnika (Technische Hochschule Danzig) została podporządkowana Senatowi Wolnego Miasta, to jednak faktycznie pozostała w niemieckich strukturach akademickich, wprowadzając m. in. reformy, które w okresie międzywojennym objęły politechniki niemieckie. W roku 1922 struktury politechniki uległy reorganizacji, w wyniku czego powstały trzy wydziały (Fakultäten):

1. Wydział Nauk Ogólnych
2. Wydział Budownictwa
3. Wydział Budowy Maszyn, Elektrotechniki i Techniki Okrętowej.

Instytut Fizyki był częścią Oddziału Matematyki i Fizyki, wchodzącego w skład Wydziału Nauk Ogólnych.

W roku 1921 na miejsce Krügera przybył z Heidelbergu Carl Ramsauer. Tuż przed przybyciem do Gdańska Ramsauer dokonał odkrycia anomalii w rozpraszaniu powolnych elektronów na atomach ciężkich gazów szlachetnych – wiązka elektronów o energii około 1 eV, przechodząca przez komorę wypełnioną takim



Carl Ramsauer [Zeitschrift für technische Physik 20 (1939) 33]

gazem pod niskim ciśnieniem, praktycznie nie ulega osłabieniu. Anomalia ta nosi obecnie nazwę efektu Ramsauera-Townsenda. W Gdańsku Ramsauer kontynuował badania eksperymentalne nad rozpraszaniem elektronów na atomach i cząsteczkach, przeprowadził również eksperymenty nad rozpraszaniem jonów atomowych na atomach. Inne gdańskie prace Ramsauera, nawiązujące tematycznie do jego wczesnych zainteresowań, miały charakter aplikacyjny i dotyczyły m. in. efektów towarzyszących wybuchom podwodnym, ruchu pocisków w wodzie, wyznaczenia ładunku elektrycznego Ziemi. W roku 1928 Ramsauer zrezygnował z pracy na politechnice i przeniósł się do Berlina, gdzie został dyrektorem laboratorium badawczego firmy AEG.

Ramsauer był doskonałym organizatorem. We wrześniu 1925 roku zorganizował na politechnice w Gdańsku III Zjazd Fizyków Niemieckich. Z jego inicjatywy rozpoczęto również rozbudowę Instytutu Fizyki. Do Gmachu Głównego dobudowano skrzydło, które mieściło Auditorium Maximum oraz laboratoria studenckie i naukowe. Uroczyste oddanie nowych pomieszczeń nastąpiło w 1929 roku, na początku jubileuszowego roku akademickiego 25-lecia uczelni, już po odejściu Ramsauera.

Wśród gdańskich współpracowników Ramsauera należy wymienić Ernsta Brüche oraz Fritza Wolfa.

Ernst Brüche studiował fizykę na politechnice w Gdańsku, doktoryzował się tamże w roku 1926, a w rok później, w wieku 27 lat (!) habilitował się na podstawie rozprawy, której celem było wyjaśnienie cech charakterystycznych obserwowanych w zmierzonych przez niego całkowitych przekrojach czynnych na rozproszenie elektronów na atomach i cząsteczkach. W roku 1928 Brüche opuścił Gdańsk, przenosząc się wraz z Ramsauerem do laboratorium AEG w Berlinie, gdzie skonstruował jeden z pierwszych w świecie mikroskopów elektronowych.

Fritz Wolf studiował fizykę w Heidelbergu i tam, w roku 1924, uzyskał doktorat. Do Gdańska przybył w roku 1925. Tutaj habilitował się w roku 1927 na podstawie wyników badań eksperymentalnych dotyczących zjawiska fotoelektrycznego. Późniejsze badania Wolfa miały również charakter doświadczalny i dotyczyły rozpraszania jonów na atomach, wyznaczenia ładunku właściwego elektronu, a także próby potwierdzenia istnienia polaryzacji spinowej elektronów. W roku 1937 Wolf został profesorem fizyki teoretycznej na politechnice w Karlsruhe.

W okresie 1906–37 pracownikiem Instytutu Fizyki był Alfred Kalähne (docent w latach 1906–21, profesor nadzwyczajny w latach 1921–23, profesor zwyczajny od roku 1923). Jego zainteresowania naukowe dotyczyły przede wszystkim fizyki stosowanej – akustyki i fotografii. W latach 1910–13 opublikował dwutomowy podręcznik *Podstawy akustyki matematycznej i fizycznej*, zaś jego opracowanie monograficzne *Mechaniczne wytwarzanie dźwięku* znalazło się w poświęconym akustyce VIII tomie encyklopedii *Handbuch der Physik* Geigera i Scheela. Kalähne zorganizował laboratorium fotograficzne na poddaszu Gmachu Głównego, a w okresie późniejszym również laboratorium radiotechniczne. Kalähne i jego żona Anni byli aktywnymi członkami Niemiecko-Narodowej Partii Ludowej (z ramienia tej partii Anni Kalähne była posłanką do gdańskiego parlamentu Volkstagu). Po roku 1933 Alfred Kalähne był szykanowany przez władze uczelni oraz hitlerowskie władze Wolnego Miasta (m. in. w lipcu 1935 roku został zatrzymany przez policję polityczną). W marcu 1937 roku skierowano go na przymusową emeryturę.

Najdłuższy staż pracy (32 lata) w Instytucie Fizyki miał mistrz mechaniki Johannes Cremer (Kremer). Do Gdańska przybył w roku 1907 na zaproszenie Maxa Wiena, z którym wcześniej współpracował na politechnice w Akwizgranie. Cremer wykonał wiele prototypowych urządzeń i aparatur badawczych dla pracowników Instytutu i doktorantów. Zmarł w lutym 1939 roku w następstwie nieszczęśliwego wypadku, do którego doszło w Auditorium Maximum.



Alfred Kalähne [E. Menzel, Das Physikalische Institut ... *(pozycja 1 w bibliografii)]*

W roku 1923 utworzono w Instytucie etat profesora fizyki teoretycznej. 1 października tego roku objął go, przybyły z Wrocławia, Eberhard Buchwald. Zainteresowania naukowe Buchwalda obejmowały optykę (szczególnie optykę kryształów i teorię barw), statystykę i teorię fluktuacji, a także hydrodynamikę. W jubileuszowym roku akademickim 1929/30 – roku 25-lecia uczelni – Buchwald pełnił funkcję rektora politechniki w Gdańsku. Na stanowisku profesora THD Buchwald pozostał do roku 1945.

Dopiero w roku 1932, w cztery lata po odejściu Ramsauera, zapełniono vacat na stanowisku profesora fizyki doświadczalnej. Został nim, przybyły z Kilonii, teoretyk (!) Walther Kossel[2], który pozostał na tym stanowisku do roku 1945. W Gdańsku Kossel zajął się eksperymentalnym badaniem zjawiska interferencji promieniowania rentgenowskiego oraz szybkich elektronów rozpraszanych na monokryształach. Za swoje osiągnięcia w roku 1944 otrzymał najwyższe odznaczenie przyznawane przez Niemieckie Towarzystwo Fizyczne – Medal Maxa Plancka.



Eberhard Buchwald [Experimentelle Technik der Physik 24 (1976) nr 2].

W styczniu 1945 roku pracownicy i studenci Instytutu Fizyki, wraz ze sprzętem doświadczalnym oraz częścią księgozbioru biblioteki Instytutu, zostali ewakuowani z Gdańska w głąb Niemiec. Z wyjątkiem Buchwalda, który znalazł się w strefie radzieckiej, pozostali znaleźli się w amerykańskiej strefie okupacyjnej. Po wojnie Kossel został profesorem na uniwersytecie w Tybindze, a Buchwald – na uniwersytecie w Jenie.

W pierwszych dniach kwietnia 1945 roku politechnika w Gdańsku została przejęta przez przedstawicieli władz polskich. 24 maja dekret Krajowej Rady Narodowej przekształcił uczelnię „w polską państwową szkołę akademicką". W uczelni powstały dwie katedry fizyki. Pierwszą objął Mieczysław Wolfke, przedwojenny profesor Politechniki Warszawskiej, który jednak wkrótce opuścił Gdańsk, a drugą profesor Ignacy Adamczewski, przed wojną współpracownik profesora Czesława Białobrzeskiego na Uniwersytecie Warszawskim. 22 października 1945 roku rozpoczęła się nauka na wszystkich wydziałach Politechniki Gdańskiej. Wykład inauguracyjny wygłosił profesor Ignacy Adamczewski.

Autor dziękuje Dr. hab. Dirkowi Andrae (Universität Bielefeld), Prof. Dr. Siegfridowi Boseckowi (Universität Bremen) oraz Prof. em. Dr. Lotharowi Fritsche (Karlsruhe) za pomoc w gromadzeniu materiałów dotyczących historii fizyki na politechnice w Gdańsku.

Radosław Szmytkowski
Wydział Fizyki Technicznej i Matematyki Stosowanej



Walther Kossel [physica status solidi (a) 116 (1989) 14].

Bibliografia i źródła:

1. E. Menzel, *Das Physikalische Institut der T. H. - Danzig*, w: *Vom geistigen Fortleben der Technischen Hochschule Danzig*, Verlag Brausdruck, Heidelberg, 1961, str. 76–89.
2. R. Szmytkowski, *Fizyka na politechnice w Gdańsku w latach 1904–45*, w przygotowaniu.
3. R. Ruhnau, *Technische Hochschule Danzig 1904–1984*, Wissenschaftliche Archiv der Freien und Hansestadt Danzig, Stuttgart, 1984.
4. Archiwum Państwowe w Gdańsku, Zespół akt Technische Hochschule Danzig.
5. B. K. Mazurkiewicz, *Źródła i materiały do dziejów Politechniki Gdańskiej 1904/1905–1944/1945*, wydanie własne, Gdańsk, 1999.
6. B. Mazurkiewicz, Pismo PG, nr 6/2002, str. 32–34; *ibid.* nr 7/2002, str. 9–13; *ibid.* nr 8/2002, str. 15–16.

* Treść artykułu oparto w dużym stopniu na opracowaniu E. Menzela [1].
1. Kuzyn Wilhelma Wiena, laureata Nagrody Nobla z fizyki w roku 1911.
2. Syn Albrechta Kossela, laureata Nagrody Nobla z fizjologii w roku 1910.

Wydział Fizyki Technicznej i Matematyki Stosowanej

(zarys historii)

Przedwojenne tradycje

Tradycje rozwoju nauk ścisłych (matematyka i fizyka) na politechnice w Gdańsku sięgają chwili jej powstania (uroczysta inauguracja odbyła się 6 października 1904 r.). Pierwszym rektorem ówczesnej Królewskiej Politechniki w Gdańsku został prof. Hans von Mangoldt, wybitny matematyk, autor cenionych do dziś podręczników. Zgodnie z pierwszym statutem, w skład uczelni wchodziło 5 Wydziałów „fachowych" (Architektury, Inżynierii Budowlanej, Inżynierii Maszynowej i Elektrotechniki, Budowy Okrętów i Maszyn Okrętowych, Chemii) oraz Wydział Nauk Ogólnych.

W roku 1922 nastąpiły zasadnicze zmiany organizacyjne. Utworzono nowe wydziały, a jednocześnie niektóre wydziały połączono, tworząc 3 Fakultety. W skład I Fakultetu Nauk Ogólnych wchodził Wydział Ib Matematyczno Fizyczny. Ten stan organizacyjny, z nieznacznymi zmianami (drobne zmiany w nazwach wydziałów, w Fakultecie III wyodrębniono Wydział Lotniczy), trwał do początku II wojny światowej.

Jedną z najpoważniejszych inwestycji rozbudowującej się uczelni było wzniesienie w roku 1929, połączonego z Gmachem Głównym, budynku zawierającego przeznaczoną dla fizyki, liczącą 400 miejsc, salę Auditorium Maximum. Sala ta, zaprojektowana merytorycznie przez wybitnego fizyka, prof. Carla Ramsauera, wyposażona była w funkcjonalne zaplecze demonstracyjne oraz unikatową ruchomą ścianę, co umożliwiało przygotowanie pokazów podczas trwania wykładu. Auditorium Maximum było, w owym czasie, jedną z najnowocześniejszych sal wykładowych w Europie.



Auditorium Maximum (1930 r.)

Najwybitniejszymi fizykami, ściśle związanymi z politechniką w Gdańsku okresu przedwojennego, byli: wymieniony poprzednio merytoryczny projektant sali Auditorium Maximum, prof. Carl Ramsauer, wsławiony badaniem oddziaływań między elektronami i molekułami, odkrywca nazwanego jego imieniem zjawiska Ramsauera, Walter Kossel, badacz widm rentgenowskich kryształów, jeden z twórców teorii wiązań heteropolarnych, znany fizyk Max Wien, Eberhard Buchwald, znakomity dydaktyk i rektor politechniki w jubileuszowym roku akademickim 1929/30, Georg Hass, kierujący po ostatniej wojnie czołowymi laboratoriami w USA, i inni. Wśród wykładowców zapraszanych z zewnątrz były takie sławy, jak Svante Arrhenius, Max von Laue i Ludwig Prandtl.



Auditorium Maximum – stół demonstracyjny (1930 r.)

Czasy powojenne

W latach wojny liczebność studentów oraz kadry dydaktycznej radykalnie zmalała. W styczniu 1945 r. ostatecznie zawieszono zajęcia, profesorowie wyjechali, a najcenniejszą aparaturę oraz książki wywieziono do Schmalkalden w Turyngii, gdzie miała powstać politechnika zastępcza.

Jeszcze w czasie trwania działań wojennych, w styczniu 1945 r., rozpoczęto przygotowania do ponownego uruchomienia, w znacznej mierze zniszczonej, Politechniki Gdańskiej. Powołane zostały grupy operacyjne do spraw zabezpieczenia i organizacji Uczelni. Dekretem Rady Ministrów z dnia 24 maja 1945 r. Politechnika Gdańska została prawnie przekształcona w polską państwową szkołę akademicką. Coraz liczniej zaczęli przyjeżdżać pracownicy naukowi, głównie z Politechniki Lwowskiej i Warszawskiej, w tym wielu wybitnych, znanych profesorów.

Pierwszym fizykiem, który w sierpniu 1945 r. przyjechał do Gdańska, był prof. Ignacy Adamczewski. W połowie sierpnia 1945 r. utworzono na Politechnice Gdańskiej Katedrę Fizyki, a 21 września rektor powołał oficjalnie prof. I. Adamczewskiego na jej kierownika.

To właśnie prof. I. Adamczewski zainaugurował powojenną działalność dydaktyczną odrodzonej Politechniki Gdańskiej, wygłaszając 22 października 1945 r., w sali Auditorium Maximum pierwszy wykład. Był to wykład z fizyki dla studentów trzech Wydziałów: Chemicznego, Architektury oraz Inżynierii Lądowej i Wodnej. Wykład ten został formalnie uznany za datę rozpoczęcia działalności Politechniki Gdańskiej. Jednocześnie, pod kierownictwem prof. I. Adamczewskiego, grupa naukowców rozpoczyna badania naukowe w dziedzinie jonizacji i przewodnictwa elektrycznego ciekłych dielektryków.

W listopadzie 1945 r., przy uruchamianym właśnie Wydziale Mechaniczno-Elektrycznym, powstaje oddzielna Katedra Fizyki, zwana odtąd I Katedrą Fizyki. Kierowana przez prof. I. Adamczewskiego Katedra została nazwana II Katedrą Fizyki.

I Katedra Fizyki. Pierwszym kierownikiem I Katedry Fizyki został prof. Mieczysław Wolfke, fizyk-teoretyk, współodkrywca dwu odmian ciekłego helu i prekursor holografii. Po wyjeździe prof. M. Wolfke za granicę, czasową opiekę nad Katedrą przejął prof. Ignacy Adamczewski, a jesienią 1946 r. kierownikiem I Katedry Fizyki został, sprowadzony z Poznania, wybitny fizyk i błyskotliwy dydaktyk prof. Arkadiusz Piekara.

Tematyka badań naukowych prowadzonych pod kierownictwem prof. A. Piekary obejmowała polaryzację dielektryczną w cieczach dipolowych, ferroelektryki oraz efekty elektrooptyczne w dielektrykach.

W roku 1952 prof. Arkadiusz Piekara wraca do Poznania, a opiekę nad Katedrą przejmuje ponownie prof. I. Adamczewski.

W roku 1954 kierownikiem I Katedry Fizyki został prof. Włodzimierz Mościcki, który zainicjował badania naukowe w dziedzinie geochronologii, a zwłaszcza datowania znalezisk organicznych za pomocą izotopu węgla C-14.

W roku 1956, z inicjatywy prof. W. Mościckiego, uruchomiono, przy ówczesnym Wydziale Łączności, na bazie obu Katedr Fizyki, specjalność Fizyka Techniczna, która istniała w tej postaci do roku1964 i stała się zaczątkiem utworzonego wiele lat później Wydziału Fizyki Technicznej i Matematyki Stosowanej.

W roku 1967 prof. W. Mościcki przenosi się do Gliwic, kierownikiem I Katedry Fizyki zostaje doc. Czesław Bojarski, a tematyka badań naukowych zmienia się w kierunku luminescencji molekularnej i radioluminescencji.

II Katedra Fizyki. Przez cały czas istnienia II Katedry Fizyki jej kierownikiem był prof. Ignacy Adamczewski, pełniący jednocześnie funkcję kierownika Zakładu Fizyki Medycznej Akademii Medycznej w Gdańsku. Głównymi dziedzinami badań naukowych w II Katedrze Fizyki była fizyka ciekłych dielektryków, metody detekcji i dozymetrii promieniowania jądrowego oraz zastosowania izotopów promieniotwórczych w technice.

Obok badań naukowych i rzetelnej dydaktyki, w której ogromną rolę odgrywały pokazy do wykładów, z których fizyka słynęła, wiele uwagi poświęcano popularyzacji fizyki. Wielkim powodzeniem cieszyły się i cieszą się nadal sobotnie, popularne wykłady z demonstracjami dla młodzieży i nauczycieli szkół średnich. Od 1967 r. przez kilka lat prowadzone były ogólnopolskie wykłady Politechniki Telewizyjnej, będące wówczas ewenementem w skali światowej.

W 1961 r. gdańscy fizycy byli organizatorami kolejnego Zjazdu Fizyków Polskich, w którym uczestniczyło ponad 500 fizyków z kraju i ze świata.

W marcu 1969 r. w wyższych uczelniach zlikwidowano katedry i wprowadzono na ich miejsce instytuty, które rozpoczęły działalność od 1 października. Na Politechnice Gdańskiej utworzono Międzywydziałowy Instytut Fizyki oraz Międzywydziałowy Instytut Matematyki.

Międzywydziałowy Instytut Fizyki. Pierwszym dyrektorem Międzywydziałowego Instytutu Fizyki został prof. Ignacy Adamczewski. Instytut dzielił się na 7 zakładów dydaktycznych obsługujących poszczególne Wydziały Politechniki Gdańskiej. Początkowo w Instytucie kontynuowano dotychczasową tematykę badań naukowych.

W roku 1971 prof. I. Adamczewski wyjechał na 3 lata do Anglii, a dyrektorem Instytutu został doc. Olgierd Gzowski. W tym czasie zaczęły się rozwijać badania naukowe w dziedzinie fizyki ciała stałego oraz fizyki molekularnej.

W roku 1974 dyrektorem Instytutu został doc. Jan Kalinowski. Działało wtedy 7 Zespołów Naukowo-Badawczych:

1. Kryształów Organicznych,
2. Fotoluminescencji,
3. Tarcia Wewnętrznego w Ciałach Stałych,
4. Ciał Amorficznych (głównie szkieł),
5. Oddziaływań Jonowych i Elektronowych,
6. Dielektryków i Półprzewodników Organicznych,
7. Spektroskopii Roztworów.

W 1981 r. dyrektorem Instytutu został doc. Andrzej Januszajtis. W tym czasie działały 3 większe Zespoły Naukowo-Badawcze:

1. Organicznych Ciał Stałych,
2. Nieorganicznych Ciał Stałych,
3. Fizyki Molekularnej.

W dziedzinie dydaktyki najważniejszym wydarzeniem było wznowienie w roku 1973 studiów na specjalności Fizyka Techniczna. Wznowienie to było reakcją na wzrastające zapotrzebowanie na fizyków ze strony przemysły oraz instytutów przemysłowo-badawczych.

Międzywydziałowy Instytut Matematyki powstał również w roku 1969. Pierwszym dyrektorem Instytutu został prof. Piotr Besala, a po jego przejściu na emeryturę w roku 1979 dyrektorem Instytutu został doc. Jurand Ryterski. Instytut dzielił się na 7 Zakładów Dydaktycznych, obsługujących poszczególne wydziały, 2 Zakłady Geometrii Wykreślnej oraz odrębny Zakład Maszyn Matematycznych.

Wydział Fizyki Technicznej i Matematyki Stosowanej. Znaczący rozwój kadry naukowej oraz dopracowane i sprawdzone w toku wieloletniej realizacji programy studiów na specjalności Fizyka Techniczna umożliwiły utworzenie w roku 1984 Wydziału Fizyki Technicznej i Matematyki Stosowanej. Pierwszym dziekanem Wydziału został doc. Andrzej Januszjtis. Jego następcami byli kolejno:

- prof. Jan Kalinowski (od 1986 r.);
- prof. Mieczysław Chybicki (od 1990 r.);
- prof. Czesław Szmytkowski (od 1993 r.);
- prof. Henryk Sodolski (od 1996 r.);
- prof. Jan Godlewski (od 2002 r.).

W chwili powstania Wydział dzielił się na 9 katedr, którymi kierowali:

- I Katedra Fizyki – prof. Czesław Bojarski;
- II Katedra Fizyki – prof. Olgierd Gzowski;
- III Katedra Fizyki – prof. Jan Kalinowski;
- IV Katedra Fizyki – prof. Władysław Chomka;
- Katedra Mechaniki Płynów – prof. Włodzimierz Prosnak (istniała do roku 1989);
- I Katedra Matematyki – prof. Piotr Besala;
- II Katedra Matematyki – doc. Bolesław Palczewski;
- III Katedra Matematyki – doc. Jurand Ryterski;
- Katedra Geometrii Wykreślnej – doc. Zbigniew Dzięgielewski.

Tematyka badań naukowych obejmowała: fizykę ciała stałego (głównie szkieł i kryształów organicznych), fizykę molekularną (fotoluminescencję i zderzenia elektronów z molekułami i jonami), mechanikę płynów, analizę matematyczną, równania różniczkowe, metody numeryczne i rachunek prawdopodobieństwa.

Później katedry przyjęły nazwy pochodzące od tematyki badań naukowych:

katedry fizyki

- Katedra Luminescencji Molekularnej;
- Katedra Fizyki Ciała Stałego;
- Katedra Fizyki Molekularnej;
- Katedra Fizyki Technicznej (w roku 1989 włączona do Katedry Fizyki Ciała Stałego);

katedry matematyki

- Katedra Równań Różniczkowych;
- Katedra Analizy Matematycznej;
- Katedra Metod Numerycznych.

Dwie ostatnie Katedry zostały w roku 1993 połączone w jedną Katedrę Analizy Matematycznej i Metod Numerycznych. Katedra Geometrii Wykreślnej wróciła na Wydział Architektury.

Obecnie Wydział Fizyki Technicznej i Matematyki Stosowanej dzieli się na 9 katedr, których nazwy pochodzą od ich specjalności naukowo-badawczych:

- Katedra Algebry (dr hab. Marek Izydorek);
- Katedra Analizy Matematycznej i Numerycznej (dr hab. Jan Turo, prof. ndzw. PG);
- Katedra Fizyki Atomowej i Luminescencji (prof. dr hab. Czesław Szmytkowski);
- Katedra Fizyki Ciała Stałego (prof. dr hab. Wojciech Sadowski);
- Katedra Fizyki Molekularnej (prof. dr hab. Jan Kalinowski);
- Katedra Fizyki Teoretycznej i Metod Numerycznych (dr hab. Józef E. Sienkiewicz, prof. ndzw. PG);
- Katedra Fizyki Zjawisk Elektronowych (prof. dr hab. Jan Godlewski);
- Katedra Matematyki Dyskretnej (dr hab. Jerzy Topp, prof. ndzw. PG);
- Katedra Równań Różniczkowych (dr hab. Tadeusz Jankowski, prof. ndzw. PG).

Na Wydziale Fizyki Technicznej i Matematyki Stosowanej studiuje aktualnie ponad 800 studentów, a liczba absolwentów szybko wzrasta.

Wydział zatrudnia 120 nauczycieli akademickich, w tym 23 profesorów i doktorów habilitowanych oraz ponad 50 doktorów nauk matematycznych i fizycznych.

W zakresie dydaktyki Wydział współpracuje z wszystkimi innymi wydziałami i jednostkami dydaktycznymi Politechniki Gdańskiej.

Wydział Fizyki Technicznej i Matematyki Stosowanej prowadzi intensywną współpracę naukową z wieloma uczelniami oraz instytutami naukowymi w kraju i za granicą.

Krystyn Kozłowski
Wydział Fizyki Technicznej i Matematyki Stosowanej
(na podstawie materiałów Pracowni Historii Politechniki Gdańskiej)

Powojenni nestorzy gdańskiej fizyki

Ignacy Adamczewski

(1907 - 2000)



Prof. dr Ignacy Adamczewski – wychowawca kilku pokoleń fizyków, uznany autorytet w dziedzinie przewodnictwa elektrycznego ciekłych dielektryków, autor ponad 150 publikacji naukowych oraz kilku monografii wydanych w kraju i za granicą, promotor 26 prac doktorskich, urodził się 25 stycznia 1907 r. w Warszawie w ubogiej rodzinie robotniczej; ojciec – Łukasz Adamczewski, matka – Leonora z d. Strączyńska.

Maturę zdał w roku 1926 w renomowanym gimnazjum warszawskim im. E. A. Rontalera. Studia na Uniwersytecie Warszawskim ukończył w 1931 r., a w roku 1932, jako stypendysta Funduszu Kultury Narodowej, został zaangażowany przez prof. Czesława Białobrzeskiego do pracy przy organizacji Pracowni Dielektryków w Zakładzie Fizyki Teoretycznej Uniwersytetu Warszawskiego, gdzie zajmował się badaniem przewodnictwa elektrycznego bardzo dokładnie oczyszczonych węglowodorów nasyconych jonizowanych promieniowaniem rentgenowskim.

Badania te stały się podstawą rozprawy doktorskiej *Ruchliwość i rekombinacja jonów w ciekłych dielektrykach w zależności od lepkości cieczy,* opracowanej pod kierownictwem prof. Czesława Białobrzeskiego (promotor) i przyjętej przez Radę Wydziału Matematyczno - Przyrodniczego Uniwersytetu Józefa Piłsudskiego w Warszawie w roku 1936. W tym samym roku rozprawa ukazała się w wydaniu książkowym. Jednocześnie, w pracowni na Kasprowym Wierchu, I. Adamczewski prowadził badania nad wpływem promieniowania kosmicznego na przewodnictwo elektryczne ciekłych dielektryków oraz na organizmy żywe.

Po wybuchu wojny w roku 1939, Ignacy Adamczewski bierze czynny udział w kampanii wrześniowej jako dowódca kompanii 81. Pułku Piechoty. W roku 1940 przez ponad 3 miesiące przebywa w obozie koncentracyjnym w Oświęcimiu (więzień nr 4125), skąd wychodzi w bardzo złym stanie zdrowia, wymagającym długotrwałej kuracji.

W latach 1942-44 prowadzi wykłady z fizyki medycznej na tajnych kompletach uniwersyteckich oraz opracowuje podręcznik *Fizyka dla medyków*, stanowiący podstawę tych wykładów. Podręcznik ten, wydany po wojnie w Szwecji, był bardzo pomocny w późniejszym kształceniu studentów medycyny i farmacji. W roku 1944, po upadku Powstania Warszawskiego, wraz z żoną Marią z d. Wróblewską i czteroletnim synkiem Krzysztofem, opuścił zrujnowaną Warszawę i zamieszkał na wsi pod Łowiczem. W roku 1950, po rozwodzie z pierwszą żoną Marią, ożenił się ponownie, z Janiną Krzyżanowską z d. Łopińską, lekarzem stomatologiem.

Po wojnie, na początku 1945 r., prof. I. Adamczewski został zastępcą profesora w organizującym się właśnie Uniwersytecie Łódzkim, a po sześciu miesiącach, w sierpniu 1945 r, przeniósł się do Gdańska, gdzie, dnia 21 września, otrzymał oficjalną nominację na kierownika II Katedry Fizyki Politechniki Gdańskiej, którym był do roku 1969. Jednocześnie objął też kierownictwo Zakładu Fizyki Medycznej Akademii Medycznej w Gdańsku.

W roku 1962 prof. Ignacy Adamczewski otrzymał tytuł profesora zwyczajnego.

Po przyjeździe do Gdańska, Profesor organizuje odtwarzanie laboratoriów fizycznych, zniszczonych w wyniku działań wojennych, oraz prowadzi intensywne przygotowania do rozpoczęcia zajęć dydaktycznych ze studentami obu uczelni.

To właśnie prof. Ignacy Adamczewski zainaugurował powojenną działalność Politechniki Gdańskiej, wygłaszając 22 października 1945 r. w sali Auditorium Maximum pierwszy wykład. Był to wykład z fizyki dla studentów trzech Wydziałów: Chemicznego, Architektury oraz Inżynierii Lądowej i Wodnej. Wykład ten został formalnie uznany za datę rozpoczęcia działalności Politechniki Gdańskiej. Pierwszy wykład dla studentów Akademii Medycznej został wygłoszony przez Profesora 13 listopada 1945 r.

Profesor I. Adamczewski prowadził na Politechnice Gdańskiej wykłady z fizyki ogólnej oraz wykłady specjalistyczne z detekcji i dozymetrii promieniowania jądrowego. Wykłady z fizyki ogólnej dla studentów Politechniki Gdańskiej prowadzone były na podstawie skryptu: Ignacy Adamczewski *Fizyka, t. 1 i t. 2* wydanego w roku 1954 i wielokrotnie wznawianego, oraz skryptu: Ignacy Adamczewski *Zarys fizyki atomowej,* wydanego przez Politechnikę Gdańską w roku 1966.

Na Akademii Medycznej Profesor prowadził wykłady z fizyki medycznej oraz wykłady specjalistyczne z medycyny nuklearnej. Wykłady z fizyki medycznej prowadzone były z wykorzystaniem wspomnianego wcześniej podręcznika Profesora *Fizyka dla medyków,* wielokrotnie uzupełnianego i poprawianego, którego ostatnie, VI wydanie: Ignacy Adamczewski *Fizyka medyczna i elementy biofizyki* – ukazało się nakładem PZWL w roku 1969.

Dla upamiętnienia pierwszego wykładu, którym prof. I. Adamczewski zainaugurował powojenną działalność uczelni, uchwałą Senatu Politechniki Gdańskiej, w sierpniu 2001 r., w sali Auditorium Maximum została wmurowana tablica pamiątkowa.

Jednocześnie z rozpoczęciem zajęć dydaktycznych, grupa pracowników naukowych rozpoczyna badania w dziedzinie jonizacji i przewodnictwa elektrycznego ciekłych dielektryków oraz przebicia elektrycznego w tych cieczach. Prowadzone są badania zależności współczynników lepkości, autodyfuzji, ruchliwości jonów dodatnich i ujemnych oraz rekombinacji jonów w zależności od liczby atomów węgla w cząsteczce cieczy, od długości łańcucha i od temperatury w grupie węglowodorów nasyconych i substancji podobnych o strukturze łańcuchowej.

Podsumowaniem badań naukowych prowadzonych w tej dziedzinie stała się monografia I. Adamczewskiego *Jonizacja i przewodnictwo ciekłych dielektryków*, wydana przez PWN w roku 1965 i przetłumaczona na język angielski, francuski i rosyjski:

- I. Adamczewski – *Ionization, Conductivity and Braekdown in Dielectric Liquids,* Taylor & Francis LTD, London 1969.
- I. Adamczewski – *Ionization, Conductivity and Breakdawn in Dielectric Liquids,*Barnes and Nobles, New York 1969.
- I. Adamczewski – *Les Phenomenes d'Ionisation et de Conduction dans les Dielectriques Liquides.* – Masson et Cie, Editeurs, Paris 1968.
- I. Adamcevskii – *Elektriceskaia provodimost' zidkich dielektrikov.* „Energia", Leningrad 1972.

Wybuchy bomb atomowych, zrzuconych: 6 sierpnia 1945 r. na Hiroszimę, a 9 sierpnia na Nagasaki, spowodowały zainteresowanie się Profesora wpływem promieniowania jądrowego na organizmy żywe,

rozpoczęcie badań naukowych w dziedzinie detekcji i dozymetrii promieniowania oraz podjęcie współpracy ze Światową Organizacją Zdrowia (WHO). W wyniku tych badań powstała, wydana w 1959 r. przez PZWL, monografia *Ochrona zdrowia przed promieniowaniem jonizującym.*

Połączeniem obu problematyk badawczych były prace nad nowymi typami komór jonizacyjnych wypełnionych ciekłym dielektrykiem i zastosowaniem ich w dozymetrii i detekcji promieniowania jądrowego.

Intensywne badania naukowe prowadzone pod kierunkiem prof. I. Adamczewskiego zaowocowały licznymi publikacjami. Ważniejsze z nich, to:

- I. Adamczewski, Atompraxis, **9**, 327 (1961).
- I. Adamczewski, *Selected Topics in Radiation Dosimetry,* IAEA, 191 (1961).
- I. Adamczewski, Brit. J. Appl. Phys., **16**, 759 (1965).
- I. Adamczewski, J. H. Calderwood, J. Phys. D. Appl. Phys., **8**, 1211 (1975).
- I. Adamczewski, J. H. Caderwood, J. Phys. D. Appl. Phys., **9**, 2479 (1976).

Wielu doktorantów prof. I. Adamczewskiego zostało później docentami i profesorami oraz pełniło eksponowane funkcje. Byli wśród nich:

- prof. dr hab. Mieczysław Chybicki – pełnił funkcję dziekana Wyd. Fizyki Technicznej i Matematyki Stosowanej Politechniki Gdańskiej,
- prof. dr hab. Olgierd Gzowski – pełnił funkcję prorektora ds. nauki PG,
- prof. dr hab. Jerzy Dera – pełnił funkcję kierownika Instytutu Oceanologii PAN w Sopocie,
- doc. dr inż. Andrzej Januszajtis – pełnił funkcję dziekana Wydz. FTiMS PG oraz przewodniczącego Rady Miasta Gdańska.
- prof. dr hab. Jan Kalinowski – pełnił funkcję dziekana Wyd. FTiMS PG.
- prof. dr hab. Józef Terlecki – pełnił funkcję kierownika Zakładu Fizyki Akademii Medycznej w Gdańsku,
- doc. dr inż. Tadeusz Umiński – pełnił funkcję prorektora ds. nauki PG.



Prof. I. Adamczewski w czasie wykładu (1969 r.)

W latach 1953 - 54 oraz 1965 - 68 prof. I. Adamczewski pełni funkcję dziekana Wydziału Chemicznego Politechniki Gdańskiej, a po utworzeniu w roku 1969 Międzywydziałowego Instytutu Fizyki zostaje jego pierwszym dyrektorem.

Profesor był też inicjatorem prowadzonych w ramach działalności Gdańskiego Oddziału Polskiego Towarzystwa Fizycznego sobotnich, popularnych wykładów z fizyki dla młodzieży i nauczycieli szkół średnich, które cieszyły się i cieszą się nadal ogromnym zainteresowaniem.

Obok działalności naukowej i dydaktycznej w kraju, prof. I. Adamczewski prowadził również wykłady i seminaria w 26 uniwersytetach i instytutach naukowych za granicą oraz uczestniczył w międzynarodowych konferencjach naukowych.

W roku 1957, na zaproszenie brytyjskiego Ministerstwa Nauki i Edukacji, odwiedził uniwersytety w Oxfordzie i Edynburgu, wygłaszając referaty i wykłady z zakresu swoich badań naukowych. W roku 1958 został ponownie zaproszony do Anglii, do Queen Mary College.

W roku 1963 został zaproszony przez francuskie Ministerstwo Nauki i Szkół Wyższych do wygłoszenia szeregu wykładów w Paryżu (Sorbona), w Tuluzie i w Bordeaux.

Przez 23 lata (1970-93) był profesorem Uniwersytetu w Salford (Anglia), początkowo stałym, a od 1974 r. wizytującym i honorowym.

W roku 1961, na Międzynarodowej Konferencji Energii Atomowej w Wiedniu, wygłosił referat na temat zastosowania cieczowych komór jonizacyjnych w dozymetrii promieniowania jonizującego.

W roku 1963, na Światowej Konferencji *Conduction and Breakdown of Dielectric Liquids* w Durham w Anglii, prezentuje w 7 referatach wyniki prac ośrodka gdańskiego, dotyczące ruchliwości i dyfuzji jonów, injekcji elektonów do ciekłych węglowodorów nasyconych, rekombinacji jonów i innych efektów jonizacyjnych w cieczach dielektrycznych.

W roku 1973 był delegatem Uniwersytetu Salford na Światową Konferencję z dziedziny dielektryków w Montrealu (Kanada).

Wracając z Kanady, prof. Adamczewski zatrzymał się na miesiąc w USA, gdzie wygłosił wykłady: na Uniwersytecie w Nowym Jorku, w Laboratorium Energii Atomowej pod Nowym Jorkiem, w Instytucie Rockefelera i na Uniwersytecie w Delewar.

Był członkiem wielu towarzystw naukowych, wieloletnim przewodniczącym Gdańskiego Oddziału Polskiego Towarzystwa Fizycznego (1960-61, 1970-71), członkiem Komitetu Narodowego grupy PUGWASH (w roku 1966 zorganizował konferencję w Sopocie i brał udział w sześciu konferencjach światowych), doktorem honoris causa Politechniki Gdańskiej (1985 r.) i Akademii Medycznej w Gdańsku (1991r.).

Aktywność Profesora nie kończy się po przejściu, w 1974 r., na emeryturę. Nadal odwiedza zaprzyjaźnione ośrodki naukowe i wygłasza tam wykłady. Bierze czynny udział w międzynarodowych konferencjach naukowych poświęconych interesującym go dziedzinom nauki i techniki.

W roku 1987 wygłasza referat na konferencji *9th Conference on CBDL* , Salford - Edynburg na temat wyników swoich ostatnich prac naukowych. Jednym z głównych osiągnięć tych prac było uzyskanie opisu ogólnych praw ruchu elektronów, jonów i molekuł w grupie węglowodorów nasyconych o strukturze łańcuchowej.

Utrzymuje stały kontakt z Politechniką Gdańską, sugeruje tematykę badań naukowych, jest częstym i aktywnym gościem na posiedzeniach Rady Wydziału Fizyki Technicznej i Matematyki Stosowanej.

Za swoją wieloletnią działalność prof. I. Adamczewski został uhonorowany najwyższymi odznaczeniami państwowymi, w tym: Krzyżem Kawalerskim (1958), Oficerskim (1964) i Komandorskim (1970) Orderu Odrodzenia Polski, Medalem Zwycięstwa i Wolności (1974), Medalem Komisji Edukacji Narodowej (1974), Medalem 1000-lecia Państwa Polskiego (1966). Dnia 25 maja 1994 r., z okazji jubileuszu Politechniki Gdańskiej, Rada Miasta Gdańska nadała Profesorowi godność Honorowego Obywatela Miasta Gdańska.

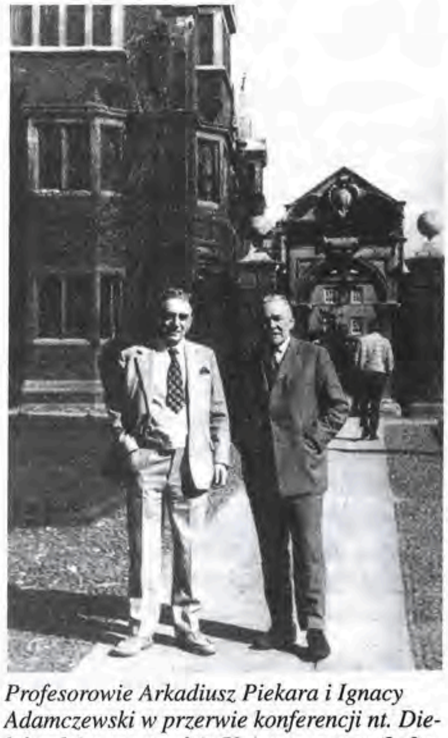
Profesor Ignacy Adamczewski zmarł w Gdańsku 26 czerwca 2000 r. i został pochowany na cmentarzu Srebrzysko w Gdańsku - Wrzeszczu.

Krystyn Kozłowski
Wydział Fizyki Technicznej i Matematyki Stosowanej
(z wykorzystaniem materiałów Pracowni Historii Politechniki Gdańskiej)

Arkadiusz Piekara w Gdańsku

Zbliżająca się 100-letnia rocznica założenia uczelni technicznej w Gdańsku i 60-lecia Politechniki Gdańskiej stanowi wspaniałą okazję do historycznych rozrachunków i wspomnień o tych, którzy tworzyli tę Uczelnię i wnieśli ważny wkład do nauki polskiej. Do takich właśnie postaci należał prof. Arkadiusz Piekara.

Arkadiusz Piekara urodził się 12 stycznia 1904 r. w Warszawie, kiedy Polska znajdowała się pod zaborami, a w ówczesnym Gdańsku władze pruskie utworzyły pierwszą uczelnię – politechnikę. Przeżył I wojnę światową, zdobywając w tym czasie wiedzę w szkolnictwie podstawowym i średnim. Dopiero w Polsce niepodległej II Rzeczypospolitej osiągnął swoje marzenia, kończąc w 1930 r. studia uniwersyteckie w Warszawie i uzyskując jednocześnie stopień naukowy doktora filozofii. W latach 1928 – 39 był nauczycielem Gimnazjum i Liceum im. Sułkowskich w Rydzynie, gdzie jako wybitny fizyk i znany popularyzator fizyki stworzył nowoczesny ośrodek naukowy i unikatowe pracownie fizyczne. Następnie były dalsze studia i praca na Uniwersytecie Jagiellońskim w Krakowie, gdzie w 1937 r. uzyskał stopień naukowy doktora habilitowanego i stanowisko docenta Uniwersytetu Jagiellońskiego.



Profesorowie Arkadiusz Piekara i Ignacy Adamczewski w przerwie konferencji nt. Dielektryków, w ogrodzie Uniwersytetu w Oxfordzie w Anglii – 1972 r. (ze zbiorów Pracowni Historii PG)

Początek II wojny światowej – listopad 1939 r. – doc. Arkadiusz Piekara został aresztowany wraz z profesorami Uniwersytetu Jagiellońskiego i osadzony w obozie Sachsenhausen i w Dachau. Po wielu różnych zabiegach udało się docentowi przeżyć i wyjść na wolność w 1941 r. Dalszy okres wojny to działalność w konspiracyjnej organizacji Armii Krajowej w Okręgu Kieleckim AK, gdzie uczestnicząc w wywiadzie naukowym, zajmował się badaniem szczątków próbnego niemieckiego pocisku rakietowego V2, który spadł w okolicy Żurawicy k. Sandomierza jesienią 1943 r. W czasie okupacji prowadził także tajne nauczanie na poziomie uniwersyteckim, a po wojnie powrócił na Uniwersytet Jagielloński w Krakowie, gdzie wkrótce uzyskał tytuł profesora nadzwyczajnego.

Jeszcze trwały działania wojenne, kiedy w styczniu 1945 r. rozpoczęły się przygotowania do uruchomienia Politechniki Gdańskiej. Dekret Rady Ministrów z 24 maja 1945 r. stwierdzał: *„Politechnika Gdańska staje się polską państwową szkołą akademicką"*. Mimo trudnych warunków coraz liczniej zaczęli przyjeżdżać pracownicy naukowi, przede wszystkim z Politechniki Lwowskiej, Warszawskiej i Uniwersytetu Jagiellońskiego, z którego w 1946 r. przeniósł się również prof. Arkadiusz Piekara. Rozpoczął on pracę na Politechnice Gdańskiej na stanowisku kierownika Katedry Fizyki na Wydziale Mechaniczno-Elektrycznym.

„W 1948 r. byłem studentem prof. Arkadiusza Piekary i słuchałem wykładów z fizyki. Profesor był wspaniałym dydaktykiem i naukowcem. Zajmował się całą dziedziną współczesnej fizyki. Był życzliwy dla studentów i pracowników naukowych, ale był także bezdyskusyjnie wymagający, jeśli chodzi o dyscyplinę naukową i nauczanie. Był profesorem surowym i sprawiedliwym. Pamiętam mój końcowy egzamin z fizyki. Po wejściu do gabinetu profesor zmierzył mnie swoim surowym wzrokiem i poprosił o indeks, sprawdził ponownie moją pracę pisemną, za którą otrzymałem ocenę dobrą. Po krótkiej rozmowie egzaminacyjnej otrzymałem wpis do indeksu z ogólną oceną dobrą. Miałem wtedy 25 lat, a profesor 44 – dzieliła nas prawie 20-letnia różnica wieku. Z wielkim zainteresowaniem i zamiłowaniem



UMOWA

Umowa o pracę w Politechnice Gdańskiej zawarta 30.09.1946 r.

uczęszczałem na wykłady profesora nie tylko studenckie, ale także i na wykłady popularno-naukowe, które cieszyły się wielkim powodzeniem wśród ludzi starszych i młodzieży" [ze wspomnień mgr. inż. Edwarda Gilla].

Prof. Arkadiusz Piekara na Politechnice Gdańskiej rozwijał działalność naukowo-badawczą z wielu dziedzin fizyki. Tematyka jego badań obejmowała przede wszystkim polaryzację dielektryczną w cieczach dipolowych, ferroelektryki oraz efekty elektrooptyczne w dielektrykach. Do swych badań prof. Arkadiusz Piekara zaprojektował wielki elektromagnes, który zbudowany został w Stoczni Gdańskiej pod osobistym kierunkiem i nadzorem profesora. Spośród wielu publikacji, książek i podręczników studenckich, wydane zostały w Gdańsku prace autorstwa profesora pod tytułem: „Fizyka stwarza nową epokę" w 1947 r. oraz „Elektryczność i budowa materii" w 1948 r. Prof. Arkadiusz Piekara był także przewodniczącym Oddziału Gdańskiego Polskiego Towarzystwa Fizycznego.

W 1952 r. prof. Arkadiusz Piekara został służbowo przeniesiony przez Ministerstwo Oświaty i Szkolnictwa Wyższego z Politechniki Gdańskiej na Uniwersytet im. Adama Mickiewicza w Poznaniu, na stanowisko kierownika Katedry Fizyki Doświadczalnej. Wyjeżdżając do Poznania, prof. Arkadiusz Piekara zabrał ze sobą część swoich pracowników naukowo-badawczych i wielki elektromagnes, który w dalszym ciągu służył do prac naukowo-badawczych w laboratorium Fizyki Doświadczalnej UAM w Poznaniu.

Nominację na profesora zwyczajnego otrzymał Arkadiusz Piekara pod koniec 1952 r. po przyjeździe do UAM w Poznaniu, choć wniosek do Ministerstwa Szkół Wyższych i Nauki w tej sprawie został złożony na podstawie uchwały senatu jeszcze przez Politechnikę Gdańską w 1951 r..

W 1965 r. prof. Arkadiusz Piekara po raz kolejny został przeniesiony służbowo tym razem na Uniwersytet Warszawski na kierownika Katedry Fizyki na Wydziale Chemii. W 1974 r. przeszedł na emeryturę i jako emerytowany profesor dalej pracował na Uniwersytecie Warszawskim i w Polskiej Akademii Nauk do końca swego życia, do 1989 r.

Za całokształt pracy dydaktycznej, naukowo-badawczej i publicystycznej na Uniwersytecie im. Adama Mickiewicza w Poznaniu otrzymał tytuł naukowy doktora honorowego (doktora honoris causa) w 1984 r. Otrzymał wiele nagród i odznaczeń: między innymi najwyższe odznaczenie państwowe Krzyż Komandorski Orderu Odrodzenia Polski, Sztandar Pracy I klasy, Medal Zwycięstwa i Wolności, Medal Polskiego Towarzystwa Fizycznego im. Mariana Smoluchowskiego.

Zbliżająca się 100. rocznica urodzin prof. Arkadiusza Piekary i 100. rocznica założenia politechniki w Gdańsku niech staną się uroczystym jubileuszem, w którym przekazywać będziemy historyczne wspomnienia. Niech karty tej historii wspomnień biograficznych o profesorze Arkadiuszu Piekarze służą obecnym i przyszłym pokoleniom, będą przypomnieniem, drogowskazem rzetelnej i twórczej pracy naukowej, a sylwetka Profesora niech stanie się wzorem do naśladowania dla całej społeczności akademickiej.

W zakończeniu pragnę podziękować za pomoc w zbieraniu materiałów Panu mgr. inż. Edwardowi Gillowi – emerytowanemu pracownikowi Wydz. Mechanicznego PG – wiernemu uczniowi i wytrwałemu kustoszowi spuścizny profesora Arkadiusza Piekary.

Wojciech Sadowski
Wydział Fizyki Technicznej i Matematyki Stosowanej

Mieczysław Wolfke

(1883 – 1947)

Mieczysław Wolfke urodził się w roku 1883. Zamiłowanie do fizyki i techniki odziedziczył po rodzicach. Jego ojciec był nauczycielem matematyki i fizyki w szkole średniej w Częstochowie. Matka była siostrą znanego fizyka, Gustawa Kośmińskiego, ucznia Dymitra Mendelejewa i Hermana Helmholtza.

Mieczysław Wolfke studiował w latach 1902 – 1907 na uniwersytecie w Liége i w paryskiej Sorbonie. W roku 1913, na uniwersytecie w Zurychu habilitował się u Alberta Einsteina. W roku 1920 odkrył i sprawdził doświadczalnie podstawy holografii, nie doceniając jednak wagi swojego odkrycia. Wyprzedził w ten sposób Denisa Gabora, który dopiero w 1948 roku zajął się holografią, a w 1970 roku dostał za swoje odkrycia Nagrodę Nobla, wymieniając przy tym prof. Wolfkego jako prekursora holografii.

Pod koniec roku 1922 prof. Wolfke przeniósł się do Warszawy, gdzie został profesorem fizyki na Wydziale Elektrotechnicznym Politechniki Warszawskiej i kierownikiem Katedry Fizyki.

W roku 1924 rozpoczyna badania nad właściwościami ciekłego helu, a w trzy lata później, wspólnie z W. H. Keesomem, odkrywa istnienie dwóch odmian helu.

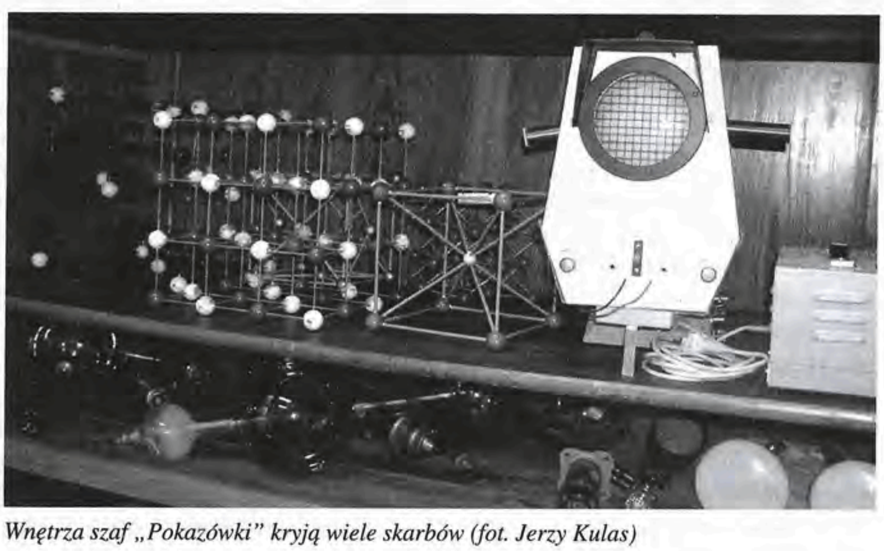
W okresie międzywojennym prof. Wolfke, obok innych profesorów Politechniki Warszawskiej, należał do wolnomularzy. W latach 1931 – 38 piastował godność wielkiego mistrza masońskiej Loży Narodowej Polski.

W latach trzydziestych pracował dla Ministerstwa Spraw Wojskowych na rzecz obronności kraju. W roku 1938 zaprojektował samonaprowadzającą rakietę przeciwlotniczą oraz pracował nad budową noktowizora. Jako pierwszy polski naukowiec zainteresował się zastosowaniem energii jądrowej do celów wojennych.

Podczas II wojny światowej Profesor przebywał w Warszawie. Na początku roku 1940 został aresztowany przez Gestapo i spędził pół roku na Pawiaku. Od listopada kieruje Zakładem Badawczym Fizyki Technicznej Politechniki Warszawskiej, prowadząc tam również badania dla potrzeb konspiracji, bierze udział w tajnym nauczaniu oraz pisze skrypty akademickie. Po upadku Powstania Warszawskiego znalazł się w Krakowie, gdzie zainaugurował wykłady w Akademii Górniczo-Hutniczej.

W połowie września 1945 roku prof. Wolfke przyjechał do Gdańska, gdzie został mianowany kierownikiem I Katedry Fizyki Politechniki Gdańskiej. W Gdańsku przebywał zaledwie parę miesięcy, wygłosił kilka wykładów i w grudniu 1945 r. powrócił do Warszawy, gdzie na Politechnice Warszawskiej zaczął organizować Zakład Fizyki, a w rok później wyjechał za granicę, gdzie miał zapoznać się z najnowszymi osiągnięciami fizyki światowej. Profesor Mieczysław Wolfke zmarł w Zurychu na zawał serca 4 maja 1947 roku.

Krystyn Kozłowski
Wydział Fizyki Technicznej i Matematyki Stosowanej



Wnętrza szaf „Pokazówki" kryją wiele skarbów (fot. Jerzy Kulas)

Włodzimierz Mościcki

(1911–1977)

Włodzimierz Mościcki urodził się 4 października 1911 r. w Kijowie. Pierwsze nauki pobierał w gimnazjum im. Szanina w Omsku.

W 1921 r. przyjechał wraz z rodzicami do Polski. W latach 1924 - 31 uczęszcza do gimnazjum im. Vetterów w Lublinie, gdzie w maju 1931 r. uzyskuje świadectwo dojrzałości.

W latach 1931-34 studiuje na Wydziale Matematyczno-Przyrodniczym Uniwersytetu im. Stefana Batorego w Wilnie. W roku 1934/35 odbywa służbę wojskową, po odbyciu której wznawia studia. W latach 1936-39 pełni obowiązki pomocniczego pracownika nauki i wykonuje pracę magisterską *Widmo pasmowe chlorku talu*, którą też przygotowuje do druku, jednak wybuch wojny uniemożliwia mu zdanie egzaminów końcowych.

W czasie działań wojennych pełni funkcję komendanta dworca w Sandomierzu, a następnie zostaje mianowany dowódcą kompanii k.m. I Batalionu Marszowego O.Z.15 D.P. Pod koniec września 1939 r. dostaje się do niewoli i przebywa w obozach Osterode, Arnswalde, Prenzlau, Grossborn, Sandborstel, Lubeka, gdze bierze czynny udział w pracy samokształceniowej, prowadząc wykłady z różnych działów fizyki.

We wrześniu 1945 r. wraca do kraju, nawiązuje kontakt z prof. Sz. Szczeniowskim i zostaje zatrudniony w Katedrze Fizyki Doświadczalnej Uniwersytetu Poznańskiego w charakterze młodszego asystenta. W roku 1946, po odtworzeniu z pozostałych notatek wyników pracy magisterskiej, uzyskuje magisterium filozofii w zakresie fizyki.

W roku 1951, na podstawie pracy *O pomiarze koncentracji izotopu C-14 w węglu pochodzenia organicznego,* uzyskuje dyplom doktora nauk matematyczno-przyrodniczych, a od września 1952 r. pełni funkcję kierownika Zakładu Fizyki Doświadczalnej na Wydziale Mat. Fiz. Chem. UMK w Toruniu.

W roku 1953, po przeniesieniu się prof. Arkadiusza Piekary z Gdańska do Poznania, prof. W. Mościcki zostaje przeniesiony do Gdańska i w roku 1954 obejmuje funkcję kierownika I Katedry Fizyki Politechniki Gdańskiej oraz inicjuje badania naukowe w dziedzinie geochronologii, a zwłaszcza w dziedzinie datowania znalezisk organicznych za pomocą izotopu węgla C-14.

W roku 1956, z inicjatywy prof. W. Mościckiego, uruchomiono, przy ówczesnym Wydziale Łączności, specjalność Fizyka Techniczna, która stała się zaczątkiem utworzonego wiele lat później Wydziału Fizyki Technicznej i Matematyki Stosowanej Politechniki Gdańskiej.

W latach 1956 - 58 prof. W. Mościcki jest jednocześnie zatrudniony na stanowisku samodzielnego pracownika nauki w WSP w Gdańsku, a w latach 1958 - 62, w ramach dodatkowego zatrudnienia, pełni funkcję kierownika Pracowni Chronologii Metodą C-14 w Instytucie Badań Jądrowych w Warszawie.

W 1962 r. uzyskał tytuł profesora nadzwyczajnego, a w roku 1967 zostaje przeniesiony służbowo do Politechniki Śląskiej w Gliwicach, dokąd wyjeżdża wraz z aparaturą i niektórymi współpracownikami.

Profesor Włodzimierz Mościcki zmarł we wrześniu 1977 r.

Krystyn Kozłowski
Wydział Fizyki Technicznej i Matematyki Stosowanej

Wspomnienia o Honoracie Hajdukowej

(Gęsior-Kniazioborskiej)



Spośród wielu nietuzinkowych postaci, jakie spotkałem w swojej, już ponadczterdziestoletniej, pracy w Politechnice Gdańskiej, a które odeszły od nas na zawsze, niewątpliwie osobą taką była **Honorata Hajdukowa**. Tak naprawdę, gdy Ją poznałem, a było to jesienią 1963 roku, nazywała się po ostatnim mężu Gęsior-Kniazioborska. Wszyscy jednak zwracaliśmy się do Niej, używając nazwiska Hajdukowa lub nazywając Ją Panią Honoratą. Działo się tak za Jej wyraźnym przyzwoleniem, nazwisko to bowiem nosiła po swoim pierwszym mężu, który zmarł w młodym wieku, a którego szczególnie ciepło wspominała.

Honorata Hajdukowa urodziła się w Petersburgu dnia 31 grudnia 1908 r. z ojca Filipa i matki Honoraty Haczkowskich. Rodzina Haczkowskich należała do niemałej wówczas polonii zamieszkałej w carskim Petersburgu.

Już za czasów sowieckich młoda Honorata skończyła szkołę dziesięcioletnią i zdała maturę. Trudna sytuacja materialna, która była dominującą cechą okresu, w którym przypadło Pani Honoracie rozpocząć dorosłe życie, oraz skomplikowane życie osobiste były zapewne głównymi przyczynami, dla których nie udało się Jej skończyć studiów. Rozpoczęte studia z różnych powodów musiała przerywać. W rezultacie udało się Jej zaliczyć rok studiów w akademii medycznej, dwa lata studiów pedagogicznych i cztery lata konserwatorium w klasie fortepianu. Często studiując, musiała jednocześnie zarabiać na utrzymanie.

Jak się potem okazało, dla dalszych kolei życiowych Pani Honoraty ogromnie ważne było podjęcie w 1931 r. pracy w charakterze laborantki w Instytucie Fizyki Akademii Nauk ZSRR, kierowanej przez akademika profesora Siergieja J. Wawiłowa, wybitnego rosyjskiego fizyka, specjalisty z zakresu optyki atomowej i molekularnej. Tutaj właśnie rozbudzone zostały zainteresowania Pani Honoraty eksperymentem fizycznym. To zamiłowanie do doświadczeń fizycznych i sześcioletnia praktyka pod kierownictwem znakomitego fizyka określiły już ostatecznie Jej zawodowe zainteresowania i przyszłą pracę.

Niestety, w roku 1937 decyzją władz Pani Honorata została przymusowo przeniesiona do Tadżykistanu, gdzie do czasu wybuchu wojny pracowała jako laborantka w Katedrze Fizyki Instytutu Przyrodniczego w Leninbadzie. Chociaż tutaj udało się Jej równolegle z pracą podjąć studia pedagogiczne, to przymusowe przeniesienie w zupełnie obce środowisko,

oderwanie od rodziny i zespołu profesora Wawiłowa zawsze określała jako zesłanie.

Korzystając z polsko-radzieckiej umowy repatriacyjnej, Honorata Hajdukowa przyjechała w czerwcu 1946 roku do Polski, a od 1 marca 1947 r. podjęła pracę na stanowisku laborantki w ówczesnej I Katedrze Fizyki kierowanej przez prof. Włodzimierza Mościckiego. Przyjęto Ją z otwartymi rękoma. Przywieziona opinia o Jej umiejętnościach, wystawiona przez prof. Wawiłowa, zapewne otworzyłaby Jej drzwi każdego laboratorium fizycznego w Polsce. Powierzono Jej trudne zadanie zorganizowania zaplecza do demonstracji doświadczeń z fizyki, które są nieodłączną częścią wykładów z tego przedmiotu (do dziś zaplecze to nazywamy „Pokazówką").

Aby uzmysłowić sobie trud tego zadania, trzeba pamiętać, że było to w niespełna dwa lata po zakończeniu wojny. Duża część Politechniki, w tym Gmach Główny, ciągle jeszcze odczuwały skutki wojennych zniszczeń. Zniszczenia nie ominęły również niemałego zbioru przyrządów fizycznych przedwojennej Technische Hochschule. W pierwszej kolejności należało odnaleźć w gruzach resztki tego, co nie uległo jeszcze całkowitemu zniszczeniu. Dopiero w następnym etapie można było spróbować naprawić to. co naprawić się dało, a na końcu można było pomyśleć o przygotowaniu zestawów do wykonania pokazowych doświadczeń na wykładach z fizyki. Pani Honoraty nie przerażały te trudności. Ta niespełna czterdziestoletnia wówczas kobieta, której udało się wyrwać z „sowieckiego raju", z zapałem przeszukiwała poniemiecki złom rozrzucony po Politechnice, a każdy odnaleziony przyrząd sprawiał Jej nieskrywaną radość. (Niewielką część przyrządów fizycznych odnalezionych w tym okresie, które nie uległy zniszczeniu, można po dzień dzisiejszy oglądać w zbiorach „Pokazówki". Większość z nich, wyprodukowanych w Hemnitz – znanej wówczas w Europie fabryce przyrządów naukowych i pokazowych posiada metrykę z datą produkcji około 1920 r.).

Praca Pani Honoraty była o tyle trudniejsza, że konieczny był pośpiech. Równolegle trwały już zajęcia ze studentami, a zatem również wykłady z fizyki. Na szczęście w organizowanie początków działalności dydaktycznej w Politechnice Gdańskiej wraz z upływem czasu zaangażowanych było coraz więcej osób. Część z nich pomagała również w zorganizowaniu „Pokazówki". Oczywiście nie wszystko udało się zrobić w jednym roku. Naprawa przyrządów, zdobywanie ich różnymi drogami, kompletowanie zestawów i realizacja nowych pomysłowych pokazów z fizyki – to wszystko trwało lata.



Spotkanie w I Katedrze Fizyki (1965); od lewej: Honorata Hajdukowa, mgr Tadeusz Kopiczyński, Alicja Sodolska, prof. Włodzimierz Mościcki

Jednakże w miarę upływu lat, pracy Pani Honoracie nie ubywało. Z czasem Jej głównym zadaniem była stała troska o sprawne działanie „Pokazówki". To do niej co chwilę wpadali asystenci z kolejnymi życzeniami wykładowców prowadzących wykłady z fizyki dla różnych kierunków studiów. W tym miejscu winien jestem kilka wyjaśnień naszym młodym Koleżankom i Kolegom. W czasach, które opisuję, każdy wykładowca miał podczas wykładu asystenta, którego zadaniem było przeprowadzenie we właściwych momentach doświadczeń, które zostały wcześniej przygotowane według życzenia wykładowcy (zajęcia te były częściowo wliczane w pensum asystenta). Aby zrealizować to nie zawsze łatwe zadanie, asystent musiał często sam wykonać żądane doświadczenie dzień wcześniej, aby mieć pewność, że nie skompromituje się na wykładzie w obecności studentów (i wykładowcy). Dla nas, fizyków tamtego pokolenia, była to trudna i pouczająca lekcja fizyki doświadczalnej. Nie będę daleki od prawdy, jeżeli powiem, że niektóre życzenia wykładowców były kłopotliwe i trudne dla niejednego asystenta rozpoczynającego pracę w swoim zawodzie. I wtedy jedynym ratunkiem była Pani Honorata. Formalnie do Jej obowiązków należało jedynie przygotowanie i wydanie nam asystentom przyrządów nieodzownych do żądanego pokazu – resztę powinniśmy robić sami. Gdy często nasze próby, zwłaszcza przy trudnych doświadczeniach z elektrostatyki czy optyki, kończyły się niepowodzeniem, prosiliśmy Ją o pomoc. Nigdy nam tej pomocy nie odmawiała, a wiedziała naprawdę wiele. Jej doświadczenie i liczne praktyczne wskazówki były tak cenne, że po krótkim okresie współpracy nabraliśmy do niej ogromnego szacunku. Tym szacunkiem obdarzali Ją nie tylko asystenci.

Wielu z nas, którzy Ją poznali, było pod wrażeniem Jej ogromnej pracowitości. Praktycznie przez cały tydzień (a nie było wówczas wolnych sobót) pracowała od ósmej rano do późnych godzin wieczornych. Warto przy tym pamiętać, że według obowiązujących wówczas przepisów, pracownikom technicznym nie wolno było wypłacać nadgodzin. To niewątpliwe przeciążenie pracą było związane z dużą ilością wykładów. Jakkolwiek Honorata Hajdukowa była formalnie zatrudniona w I Katedrze Fizyki, „Pokazówka" była wspólna i obsługiwała również wykłady prowadzone przez II Katedrę Fizyki, kierowaną przez prof. Ignacego Adamczewskiego.

Po dziesięciu latach pracy, Pani Honorata awansowała na stanowisko starszego technika, co tylko w nieznacznym stop

niu poprawiło Jej sytuację materialną. Doceniając trud, pracowitość i ogromną przydatność Honoraty Hajdukowej dla dydaktyki fizyki w Politechnice Gdańskiej, w rok po tym awansie prof. W. Mościcki zwrócił się do Ministra Szkolnictwa Wyższego z prośbą o przyznanie 50% dodatku specjalnego do Jej pensji. Niestety, mimo silnego poparcia prośby przez ówczesnego Rektora prof. W. Balcerskiego, dodatek ten Pani Honorata otrzymała dopiero po dwóch latach starań, znacznie skromniejszy i jedynie na okres pół roku.

We wspomnianym wyżej piśmie do Ministra prof. Mościcki użył określenia, że chodzi o dodatek dla pracownika, który jest „jednym z najwyżej kwalifikowanych demonstratorów fizyki w Polsce". O tym, że nie były to słowa bez pokrycia, niech świadczy fakt, że w 1962 r. dwie uczelnie: Wyższa Szkoła Pedagogiczna w Gdańsku oraz Uniwersytet im. A. Mickiewicza w Poznaniu zaproponowały zatrudnienie Pani Honoraty Hajdukowej na znacznie lepszych warunkach finansowych niż te, na których pracowała w Politechnice Gdańskiej. Rozgoryczona wyraźnym brakiem materialnego uznania Jej pracy przez władze uczelni, Pani Honorata przyjęła jedną z tych propozycji i 29 listopada 1962 roku zwróciła się do Rektora PG z prośbą o zgodę na przeniesienie służbowe. Tylko dzięki zdecydowanej, wspólnej interwencji kierowników obu Katedr Fizyki u Rektora Politechniki Gdańskiej udało się uzyskać obietnicę podwyższenia wynagrodzenia Pani Honoraty. Rektor obietnicy dotrzymał, a Honorata Hajdukowa pozostała na naszej uczelni do czasu przejścia w listopadzie 1969 roku na zasłużoną emeryturę.

Na zakończenie tych wspomnień chciałbym jeszcze napisać kilka słów o pewnej szczególnej i rzadko spotykanej wrażliwości, jaką posiadała Pani Honorata. Dowiedziałem się o tym od mojej żony, która pracowała w tej samej I Katedrze Fizyki. Obie Panie mimo dużej różnicy wieku zdołały się polubić. Wspomniana szczególna wrażliwość Pani Honoraty polegała na dużym znaczeniu barw w Jej życiu. Dla przykładu, każdy dzień tygodnia zawsze kojarzyła z innym kolorem. To samo odnosiło się do otaczających Ją ludzi. Tylko nielicznych ludzi widziała w zimnych kolorach. Bardzo się ucieszyłem, gdy pewnego dnia dowiedziałem się, że kojarzy mnie z kolorem pomarańczowym.

Honorata Hajdukowa żyła 74 lata. Pożegnaliśmy ją na cmentarzu na Srebrzysku 5 września 1982 roku.

Henryk Sodolski
Wydział Fizyki Technicznej
i Matematyki Stosowanej

Laboratorium z fizyki

Czy można sobie wyobrazić fizykę bez eksperymentu? Odpowiedź może być jedna – nie można. Eksperyment leży u podstaw każdej teorii fizycznej, a modele, na bazie których próbujemy opisać rzeczywistość, weryfikowane są w laboratoriach. Fizyka – to nauka podstawowa wszystkich nauk technicznych, dlatego tak ważne jest zetknięcie się przyszłych absolwentów Politechniki Gdańskiej z laboratorium z fizyki na pierwszych latach studiów. Z tego też powodu pracownicy Wydziału Fizyki Technicznej i Matematyki Stosowanej przywiązują dużą wagę do zajęć na I laboratorium fizycznym. Niestety, dla wielu studentów ćwiczenia laboratoryjne z fizyki stanowią zupełną nowość. Regułą jest, że młodzi ludzie, wybierając fizykę jako jeden z przedmiotów maturalnych, doświadczenie przeprowadzają „teoretycznie" – opisując je, bądź zestawiają doświadczenia obowiązujące na maturze w ciągu kilku dni pomiędzy maturami pisemnymi a ustnymi. Nie dokonują pomiarów, nie interpretują wyników i nie oceniają niepewności pomiarowych, a ci, którzy przeprowadzają doświadczenia „teoretycznie", nie zestawiają nawet układów pomiarowych.



Wyznaczanie charakterystyk fotopowielacza (fot. Barbara Kusz)

Pamiętam, że po zapoznaniu się z tematyką zajęć większość z nas, studentów I roku Fizyki Technicznej, a jednocześnie absolwentów klas matematyczno-fizycznych z liceów, była przerażona. Okazało się, że „nie taki diabeł straszny, jak go malują". Przeżyliśmy pracownię, skończyliśmy studia i niektórzy z nas sami zaczęli uczyć przestraszonych absolwentów szkół średnich.

W ciągu ostatnich lat z roku na rok obserwujemy obniżanie się poziomu nauczania fizyki w szkołach średnich. Zadania z egzaminów wstępnych sprzed piętnastu lat są w chwili obecnej nie do pokonania dla większości absolwentów szkół ponadgimnazjalnych, którzy z ocenami celującymi i bardzo dobrymi trafiają na studia techniczne. Młodzi ludzie wychowani w wirtualnym świecie gier komputerowych nie radzą sobie z doświadczeniem w świecie rzeczywistym. Są jednak chlubne wyjątki, pasjonaci,

którzy świadomie wybrali studia politechniczne.

Aby studenci wszystkich Wydziałów mogli zetknąć się z eksperymentem, konieczna była w okresie powojennym kolejna zmiana pomieszczeń laboratoryjnych. W chwili obecnej I laboratorium z fizyki mieści się w dwóch pomieszczeniach. W pokoju 115A w Gmachu Głównym znajduje się dwadzieścia pięć doświadczeń, które wykonują studenci Wydziałów: Elektroniki, Telekomunikacji i Informatyki, Elektrotechniki i Automatyki, Oceanotechniki i Okrętownictwa oraz Fizyki Technicznej i Matematyki Stosowanej. W pokojach 22 – 28 w Gmachu Głównym odbywają się zajęcia dla studentów pozostałych wydziałów Politechniki Gdańskiej (wyjątek stanowi Wydział Architektury). W tych pokojach jest trzydzieści siedem stanowisk eksperymentalnych.

Tematyka doświadczeń obejmuje podstawowe zjawiska fizyczne z różnych dziedzin: mechaniki, akustyki, elektryczności, magnetyzmu, optyki i fizyki współczesnej. Zestawy laboratoryjne powstawały w różnym czasie. Niektóre z przyrządów pozostawione w laboratoriach ze względu na nieocenioną wartość dydaktyczną pamiętają początki ubiegłego wieku, część zaś jest całkowicie współczesna. Z tego powodu niektóre ćwiczenia w I laboratorium fizycznym są również całkiem niezłą lekcją historii. Studenci każdego z wydziałów mają harmonogram wykonywanych ćwiczeń dobrany do programu studiów z fizyki. Pracownicy Wydziału Fizyki Technicznej i Matematyki Stosowanej unowocześniają istniejące doświadczenia i ustawiają nowe zestawy.

Główną zasadą stosowaną przy modernizacji istniejących eksperymentów i budowie nowych jest minimalna automatyzacja wykonywanych pomiarów. Umożliwiamy natomiast studentom opracowywanie wyników doświadczalnych na komputerze od razu po zakończeniu pomiarów. W laboratorium znajdującym się w pomieszczeniu 115 A w Gmachu Głównym są komputery przeznaczone dla studentów, którzy mogą wykonać sprawozdanie od razu po zakończeniu wykonywanego eksperymentu.

Przeglądając stare skrypty, możemy dostrzec postęp, jaki dokonał się na przestrzeni lat. Nikt dzisiaj nie wykonuje już na przykład ćwiczenia pod tytułem „Pomiar natężenia światła i ekonomii żarówki", które można znaleźć w skrypcie z 1951 roku. Zamiast tego pojawiły się: „Pomiar natężenia źródła światła za pomocą fotometru Lummera-Brodhuna, czy „Wyznaczenia rozmiarów szczelin i przeszkód za pomocą światła laserowego. Do dziś studenci wykonują ćwiczenie „Pomiar składowej poziomej natężenia pola magnetycznego Ziemi za pomocą busoli stycznych", posługując się busolą z początków XX wieku (busola była eksponatem na wystawie „100 lat MATEMATYKI I FIZYKI NA POLITECHNICE W GDAŃSKU" na początku roku akademickiego2003/2004).

Wszystkie doświadczenia opisane zostały w dwóch skryptach napisanych przez nauczycieli akademickich Wydziału Fizyki Technicznej i Matematyki Stosowanej. Dostosowując do potrzeb studentów nowo wydany skrypt, podzielono go na dwie części, tak jak podzielone jest I laboratorium z fizyki.

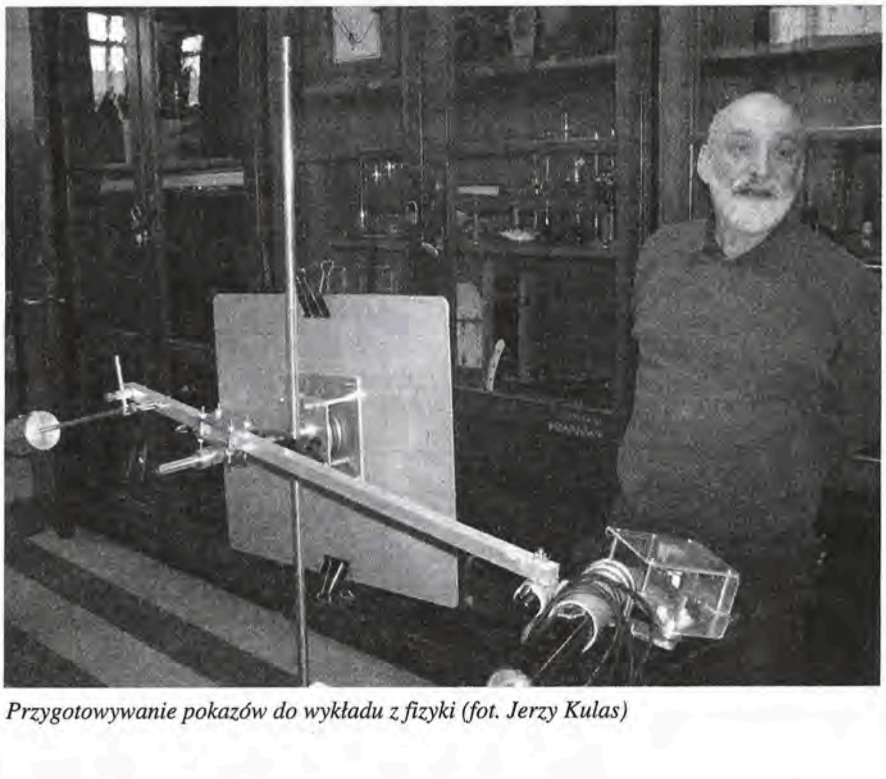
Przez laboratorium przewijają się nie tylko studenci, ale również uczniowie szkół średnich. Wydział Fizyki Technicznej i Matematyki Stosowanej podpisał umowy patronackie z sześcioma szkołami ponadpodstawowymi. Uczniowie z tych szkół mają możliwość wykonywania wybranych ćwiczeń laboratoryjnych z fizyki zgodnie z obowiązującym programem nauczania. Ponadto w



Pomiar strat ciepła w zależności od różnicy temperatur (fot. Barbara Kusz)

pomieszczeniu I laboratorium co roku odbywa się część doświadczalna II etapu Olimpiady Fizycznej organizowanej przez Komitet Okręgowy Olimpiady Fizycznej pod przewodnictwem prof. dr. hab. Wojciecha Sadowskiego, prorektora ds. współpracy ze środowiskiem gospodarczym i inicjatyw europejskich. Te niewielkie pomieszczenia od lat wypełniają edukacyjną rolę, często niedocenioną, ale i nieocenioną dla tych, którzy dzięki nim łyknęli bakcyla eksperymentu i mogą rozwijać swoje inżynierskie talenty.

Bogumiła Strzelecka
Wydział Fizyki Technicznej i Matematyki Stosowanej



Przygotowywanie pokazów do wykładu z fizyki (fot. Jerzy Kulas)

Czym zajmuje się elektronika molekularna

Klasyczna elektronika, najogólniej rzecz biorąc, zajmuje się wytwarzaniem elementów elektronicznych niezbędnych do budowy różnych urządzeń elektronicznych na bazie kryształów i innych struktur nieorganicznych. Cel elektroniki molekularnej jest ten sam, ale inna jest baza materiałowa, na której oparte jest funkcjonowanie tej dziedziny nauki i techniki. Ta nowa dziedzina działalności ludzkiej zajmuje się więc wytwarzaniem elementów elektronicznych, wykorzystując właściwości pojedynczych molekuł organicznych lub też struktur zbudowanych z tych molekuł. Wydawać by się mogło, że te dwie dziedziny elektroniki wzajemnie się przenikają i są bliskie siebie.

Oczywiście, funkcje przewidziane dla różnych elementów elektronicznych mogą być zbliżone lub ewidentnie te same, ale podstawy fizyczne oraz technologie otrzymywania elementów elektronicznych w ramach elektroniki molekularnej są zdecydowanie różne. Niech ilustracją tego zagadnienia będzie rys. l.

Molekuła, aby mogła funkcjonować jako element elektroniczny, musi posiadać „dołączone" do niej elektrody lub inny system połączenia z światem zewnętrznym. Na poniższym rysunku mamy na podłoże naniesione dwie elektrody w odległościach rzędu nanometra od siebie, a krasnoludki usiłują umieścić molekułę pomiędzy elektrodami, tak aby mogła ona służyć jako element elektroniczny przewodzący prąd. Oczywiście, role krasnoludków w procesach technologicznych muszą spełniać współcześni inżynierowie molekularni i powyższe zadanie dotyczące „dołączenia" elektrod do molekuł jest jednym z podstawowych zadań podczas otrzymywania czynnych elementów elektroniki molekularnej opartych na pojedynczych molekułach. Tego typu procesy technologiczne, oczywiście bez pomocy krasnoludków, są już powszechnie realizowane.

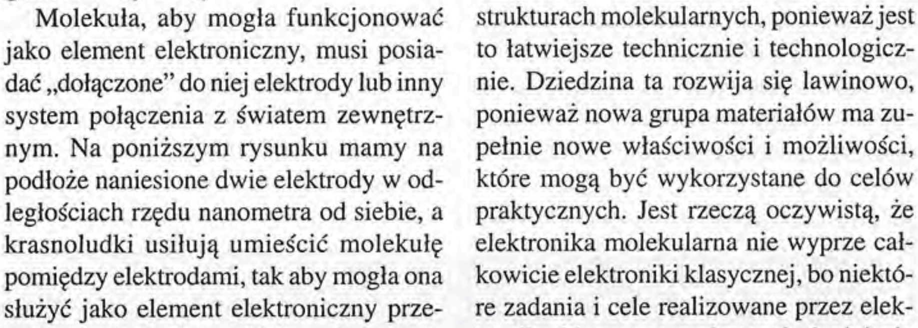
Przedstawiona ilustracja wskazuje, że elektronika molekularna może w znacznym stopniu wykorzystywać właściwości pojedynczych molekuł w funkcjonowaniu elementów elektronicznych, potencjalnie ma więc znacznie szersze pola zastosowań niż klasyczna elektronika. Elektronika molekularna wykorzystuje również różnorodne struktury zbudowane z molekuł do celów elektronicznych.

W ramach rozwijającej się elektroniki molekularnej wyodrębniają się dwie dziedziny. Jedna, która poszukuje technologii otrzymywania i możliwości praktycznej aplikacji pojedynczych molekuł, natomiast druga dotyczy zastosowania w elektronice molekularnej różnorodnych struktur molekularnych, takich jak kryształy, ciekłe kryształy, polimery, lub warstw otrzymywanych w różnych procesach technologicznych. Aktualnie, większość praktycznie funkcjonujących elementów elektroniki molekularnej oparta jest na strukturach molekularnych, ponieważ jest to łatwiejsze technicznie i technologicznie. Dziedzina ta rozwija się lawinowo, ponieważ nowa grupa materiałów ma zupełnie nowe właściwości i możliwości, które mogą być wykorzystane do celów praktycznych. Jest rzeczą oczywistą, że elektronika molekularna nie wyprze całkowicie elektroniki klasycznej, bo niektóre zadania i cele realizowane przez elektronikę klasyczną praktycznie lepiej nie dadzą się zrealizować. Szczególnie dotyczy to szybkości działania elementów elektronicznych.

Ale już obecnie istnieje szereg obszarów zastosowań, gdzie elektronika molekularna zyskuje przewagę w praktycznych zastosowaniach. Wynika to z faktu jej taniości oraz z nowych potencjalnych możliwości wynikających z użycia struktur organicznych. Zastosowania elektroniki molekularnej są realizowane w zakresie różnego rodzaju wyświetlaczy (pierwsze wyświetlacze w produkcji przemysłowej zostały zastosowane wiele lat temu w golarkach Philipsa) i ekranów świecących, z powodu taniości oraz możliwości realizacji każdej barwy z białą włącznie, wyświetlaczy ciekłokrystalicznych, obrazów i diod świecących, włącznie z diodami świecącymi niebiesko, zwykłych diod i tranzystorów z wykorzystaniem także pojedynczych molekuł, tanich polimerowych ogniw fotowoltaicznych (niestety, jak dotąd wydajność jest niezbyt wysoka i nie przekracza 3%), czujników różnych gazów, „sztucznego nosa", molekularnych elementów pamięci, matryc detektorowych do wykrywania różnego rodzaju substancji z czynnikami rakotwórczymi włącznie, polimerowych drutów przewodzących, elektronicznych obwodów drukowanych przez drukarki atramentowe, wypełnione odpowiednimi materiałami, oraz w szeregu innych elementów elektronicznych.

Każde z wyżej wymienionych zastosowań prowadzi do istotnych zmian w możliwych aplikacjach materiałów molekularnych dla elektroniki. Przykładowo, możliwość drukowania obwodów elektronicznych przez drukarki atramentowe pozwala na indywidualne projektowanie różnych urządzeń elektronicznych. Stanowi to również rewolucję w wytwarzaniu obwodów elektronicznych oraz w zakresie możliwości ich zastosowań. Być może wkrótce będziemy mogli sami na własnym komputerze otrzymywać parametry telewizora, radia czy komputera stosownie do naszych potrzeb i natychmiast wykonać interesujący nas obwód elektryczny na własnej drukarce z odpowiednio wypełnionymi pojemnikami atramentowymi.

Technologie decydujące o rozwoju elektroniki molekularnej są rozwijane przez największe firmy elektroniczne na świecie. W Polsce od lat prowadzone są badania podstawowe, będące w wielu przypadkach podstawą obecnie stosowanych rozwiązań technicznych. Badania tego typu prowadzone są także na Wydziale Fizyki Technicznej i Matematyki Stosowanej PG. Badania te dotyczą zjawisk elektroluminescencji, będącej podstawą diod i ekranów luminescyjnych, zjawisk przewodnictwa, fotoprzewodnictwa oraz fotogeneracji, co jest wykorzystywane przy otrzymywaniu diod i tranzystorów molekularnych oraz ogniw fotowoltaicznych.



Rys. l. „Umieszczanie" molekuły organicznej pomiędzy elektrodami

Z ubolewaniem należy stwierdzić, że w Polsce nie podjęto dotąd nawet prób wytwarzania elementów elektroniki molekularnej, pomimo że potencjał naukowy w tym zakresie w Polsce był i jest stosunkowo wysoki. Elektronika molekularna już jest znaczącą dziedziną nauki i techniki i należy oczekiwać, że wkrótce będzie dziedziną wiodącą.

Ta krótka informacja nie jest w stanie przedstawić aktualnego stanu rozwoju tej nowej dziedziny nauki i techniki, a ma tylko na celu zasygnalizowanie kierunków badań oraz możliwości zastosowań związanych z wykorzystaniem molekuł do celów elektronicznych.

Jan Godlewski
Wydział Fizyki Technicznej
i Matematyki Stosowanej

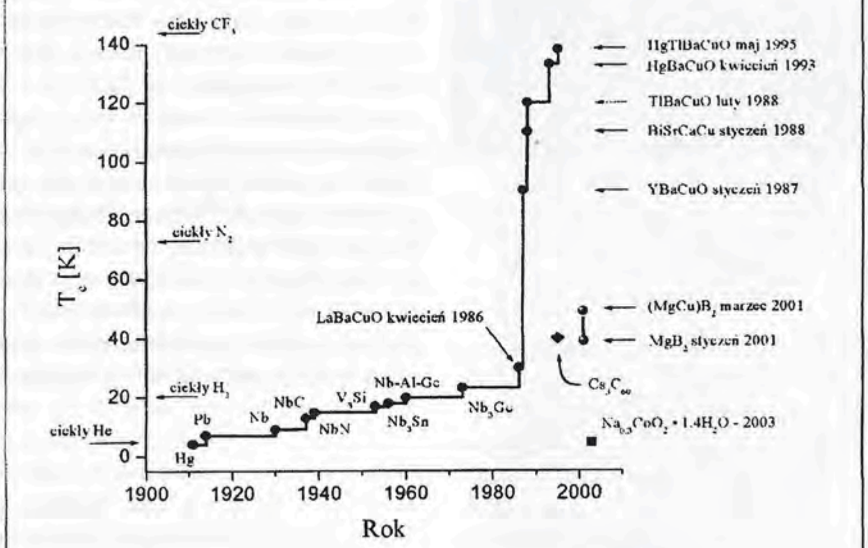
Nadprzewodnictwo wysokotemperaturowe

W 1911 roku Heike Kamerlingh-Onnes – profesor Uniwersytetu w Lejdzie (Holandia), zajmował się pomiarami oporu elektrycznego najczystszego osiągalnego wówczas metalu – rtęci. Po schłodzeniu rtęci poniżej 4 kelwinów stwierdził całkowity zanik oporu, który początkowo potraktował jako zwarcie w układzie pomiarowym. Ku jego zdumieniu, po podniesieniu temperatury do ponad 4 K – opór elektryczny pojawił się ponownie. W ten sposób zastało odkryte jedno z najciekawszych zjawisk w fizyce, nazwane zjawiskiem nadprzewodnictwa.

Potem przez lata trwały intensywne badania, które pozwoliły stwierdzić podobne zachowanie się wielu, co ciekawe, słabo przewodzących metali: Nb, Pb, V, W, In, Ir, Zn, Sn, La. Rekordzistą spośród wszystkich pierwiastków okazał się niob, z temperaturą przejścia nadprzewodzącego Tc = 9,2 K (1930 rok). Następnie badano stopy metali osiągając w 1973 r. najwyższą temperaturę krytyczną w związku Nb_3Ge (Tc = 23,6 K).

Kolejny rekord padł w 1986 r., gdy doniesiono o odkryciu przez J. G. Bednorza i K. A. Mullera nadprzewodnictwa w Tc = 30 K w związku tlenkowym $(La,Ba)_2CuO_4$ [1]. Naukowcy pośpiesznie zaczęli badać inne związki tlenkowe. Konsekwencją była lawina odkryć bardziej złożonych tlenków o coraz wyższych temperaturach krytycznych: $YBa_2Cu_2O_{7-y}$ Tc = 93 K (1987), BiSrCaCuO, Tc = 115 K (1988 r.), TlSrCaCuO, Tc = 125 K (1988), $HgBa_2Ca_2Cu_3O_{8+y}$, Tc = 135 K i 165 K – pod ciśnieniem (1993). Jest to do dziś najwyższa osiągnięta temperatura krytyczna.

Po odkryciu nadprzewodnictwa w tlenkach miedzi rozpoczęły się w laboratoriach fizyko-chemicznych intensywne badania różnych innych grup materiałowych, często takich, które już od wielu lat leżały na zakurzonych półkach. Badanie oporu elektrycznego w temperaturach ciekłego helu stało się standardem. Jako przykład można wskazać niedawne (2001 r.) odkrycie nadprzewodnictwa w dwuborku magnezu MgB_2 w Tc= 39 K. Ten bardzo tani materiał o stosunkowo prostym składzie i strukturze, będący w sprzedaży, znany był od 1953 roku, ale dopiero dwa lata temu zbadano jego właściwości w niskich temperaturach.



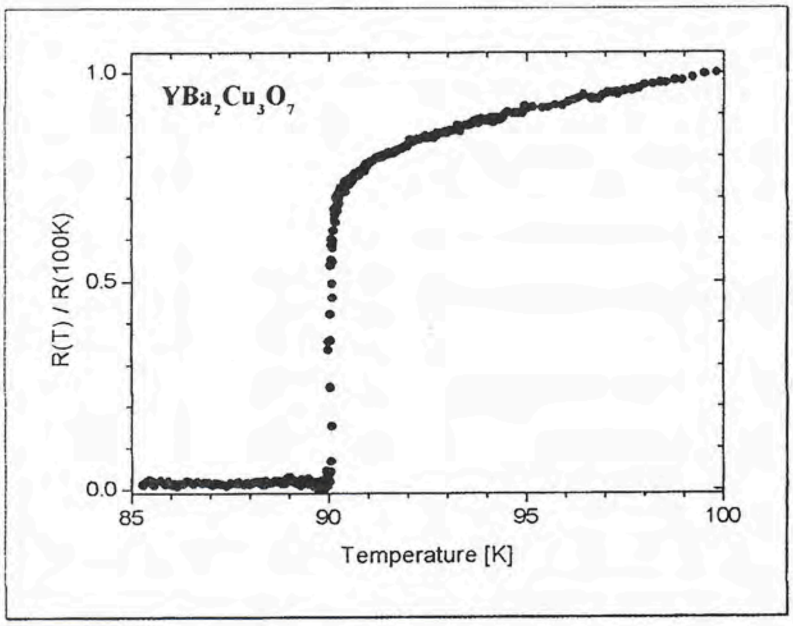
Rys. 1. Historia wzrostu temperatury krytycznej nadprzewodników

Nadprzewodnictwo odkryto jeszcze w wielu grupach innych, nowych materiałów, jak np. fullerytach domieszkowanych metalami alkalicznymi A_3C_{60} (A=K,Rb,Cs) z Tc ok. 30 K, czy w deinterkalowanym, uwodnionym tlenku sodowo-kobaltowym: $Na_{0.3}CoO_2 \cdot 1.4\ H_2O$ – pierwszy nadprzewodnik z płaszczyznami CoO_2, co więcej, zawierający wodę (!). Historię badań nadprzewodnictwa i zmagań naukowców z podnoszeniem temperatury krytycznej ilustruje rys.1.

Należy wskazać, że tematyka nadprzewodnikowa była często honorowana Nagrodą Nobla.

Do tej pory Nagrody Nobla za odkrycia związane z nadprzewodnictwem otrzymali: Heike Kamerlingh-Onnes (1913), Lew Dawidowicz Landau (1962), John Bardeen, Leon Cooper, Robert Shrieffer (1972), Brian Josephson (1973), K. Aleksander Müller, J. Georg Bednorz (1987), Robert Curlow, Richard Smalley, Harald Kroto (1996), A. Alexei Abrikosov, L. Vitaly Ginzburg (2003).

Nadprzewodnictwo ze swoimi podstawowymi cechami – zerowym oporem elektrycznym i idealnym diamagnetyzmem, to nie tylko zagadnienie intrygujące fizyków i chemików – to również potencjalny zaczątek rewolucji naukowotechnicznej w prawie każdej dziedzinie aktywności człowieka. Z oczywistych względów nadprzewodnictwem najbardziej zainteresowana jest energetyka. Inne potencjalne zastosowania, to nadprzewodzące pociągi (MAGLEV – Japonia, Niemcy, Francja), urządzenia do magazynowania energii stosowane w przestrzeni kosmicznej (NASA) oraz zastosowania militarne (USNavy). Już teraz możemy niezwykle dokładnie mierzyć pola ma-



Rys. 2. Temperaturowa zależność oporu eklektrycznego kryształu $YBa_2Cu_3O_{7-y}$ otrzymanego w Katedrze FCS.



Fot. 1. „Nadprzewodnikowcy" z Katedry FCS na I Polsko-Amerykańskiej Konferencji Nadprzewodnictwa Wysokotemperaturowego (1995). Od lewej: B. Kusz, W. Sadowski, Alexander Muller (noblista 1989), Paul Chu (współodkrywca $YBa_2Cu_3O_7$ -pierwszego nadprzewodnika z Tc powyżej temperatury ciekłego azotu), S. Koleśnik (IF PAN), M. Gazda, T. Klimczuk.

gnetyczne, stosując nadprzewodzące interferometry kwantowe (SQUID). Bezinwazyjnie zaglądamy do wnętrza naszego ciała, stosując badania magnetycznego rezonansu jądrowego, przy czym wymagane silne pole magnetyczne wytwarzane jest w cewkach wykonanych z nadprzewodzących stopów niobu. Poza dość wysoką ceną takiego stopu, znaczne koszty eksploatacji są związane z koniecznością stosowania ciekłego helu. Badania aplikacyjne, raporty eksperckie i prognozy technologiczne wskazują, że „nadprzewodnictwo staje się ekonomicznie interesujące". Jest to w dużym stopniu związane z faktem, że o ile temperatura krytyczna znanych nadprzewodników pozostaje na tym samym poziomie, to znacznie zmalały koszty chłodzenia.

Od roku 1986, tj. od odkrycia nadprzewodnictwa w związkach tlenkowych, Katedra Fizyki Ciała Stałego PG intensywnie włączyła się do badań tego zjawiska. Do „nadprzewodnikowców" Katedry należą: prof. W. Sadowski, prof. L. Murawski, dr B. Kusz, dr M. Gazda, dr J. R. Barczyński, dr T. Klimczuk, dr B. Kościelska, dr M. Łuszczek (fot. 1).

W Katedrze FCS badania nadprzewodników prowadzone są przy współpracy z wieloma ośrodkami naukowymi w kraju i za granicą: INTiBS PAN – Wrocław, IF PAN – Warszawa, IFM PAN – Poznań, AGH Kraków, Politechnika Lubelska, Poznańska, Uniwersytet Genewski (W. Sadowski), Uniwersytet Camerino (L. Murawski, M. Gazda, B. Kościelska, B. Kusz, J. R. Barczyński)), Uniwersytet w Princeton – CavaLab (T. Klimczuk). Na Wydziale FTiMS, w Katedrze FCS zbudowano specjalistyczne laboratorium – na wyposażeniu jest kilka pieców wysokotemperaturowych do syntezy materiałów, dyfraktometr rentgenowski (Philips X-Pro), mikroskop tunelowy i sił atomowych (STM/AFM), stanowiska do badań kriogenicznych do temperatur helowych (4,2 K). Wytwarzane są tu unikatowe materiały nadprzewodnikowe, opracowano oryginalne metody wzrostu kryształów YBaCuO i NdCeCuO, szkieł BiSrCaCuO oraz ceramik, prowadzone są tu również badania ich właściwości strukturalnych i transportowych. Z tematyki nadprzewodnikowej w Katedrze powstało dotychczas 6 prac doktorskich, 1 habilitacja i ponad 120 publikacji. Warto dodać, że pierwsze w Polsce prace doktorskie z nadprzewodnictwa wysokotemperaturowego powstały w Katedrze FCS (J. R. Barczyński i B. Kusz). Dalsze prace doktorskie, badania związane z poszukiwaniem nowych materiałów nadprzewodnikowych i wybranych zagadnień aplikacyjnych są w toku. Wierzymy bardzo, że optymistyczne prognozy na najbliższe 20 lat opracowane w USA i Japonii, a dotyczące „rynku nadprzewodnikowego" – przede wszystkim zastosowań elektroniczno-energetycznych, będą urzeczywistnione.

Wojciech Sadowski
i Tomasz Klimczuk
Wydział Fizyki Technicznej
i Matematyki Stosowanej

[1] J. G. Bednorz and K. A. Muller : Z. Phys. B64, 189 (1986).

Widma rentgenowskie ciężkich jonów

Każdy z nas niejednokrotnie w swoim życiu spotkał się z promieniowaniem rentgenowskim, chociażby przy wykonywaniu zdjęć prześwietleniowych różnych części ciała. Wiemy więc, że to promieniowanie przenika części miękkie ciała, natomiast nie przenika kości. Zdjęcia rentgenowskie, pomimo że dostarczają wielu cennych informacji o stanie zdrowia pacjenta, są nieostre i często pomimo wysokich kwalifikacji lekarzy nie pozwalają na stawianie jednoznacznych diagnoz. Dzięki tomografii komputerowej można już wykonywać całe serie zdjęć rentgenowskich, jak gdyby oglądając poszczególne plasterki ciała pacjenta. Można jednak posunąć się w tej diagnostyce jeszcze dalej, tworząc trójwymiarowe obrazy holograficzne poszczególnych komórek, zdrowych i chorych, uzyskując w ten sposób cenne informacje pozwalające na dotarcie do źródła choroby na poziomie komórkowym.

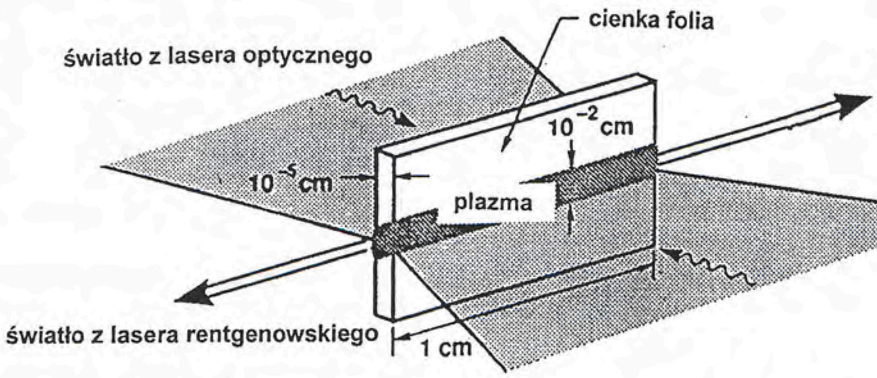
Same obrazy holograficzne są nam również dobrze znane z codziennego życia, chociażby jako zabezpieczenia na banknotach czy produktach fonograficznych. Do wytwarzania podobnych obrazów komórek biologicznych potrzebne są specjalne źródła promieniowania, z których można budować lasery rentgenowskie.

Właśnie poszukiwaniem takich źródeł zajmuje się zespół naukowy Katedry Fizyki Teoretycznej i Metod Matematycznych Politechniki Gdańskiej. Jeden z finansowanych przez Komitet Badań Naukowych projektów poświęcony został obliczeniom prawdopodobieństw przejść, położeniom poziomów energetycznych, czasów życia i sił oscylatorów ciężkich jonów niklopodobnych, takich jak czterdziestosześciokrotnie zjonizowany wolfram czy pięćdziesięciosześciokrotnie zjonizowany polon. Istotą projektu było poszukiwanie plazmowych ośrodków laserujących emitujących spójne światło z obszaru widma rentgenowskiego.

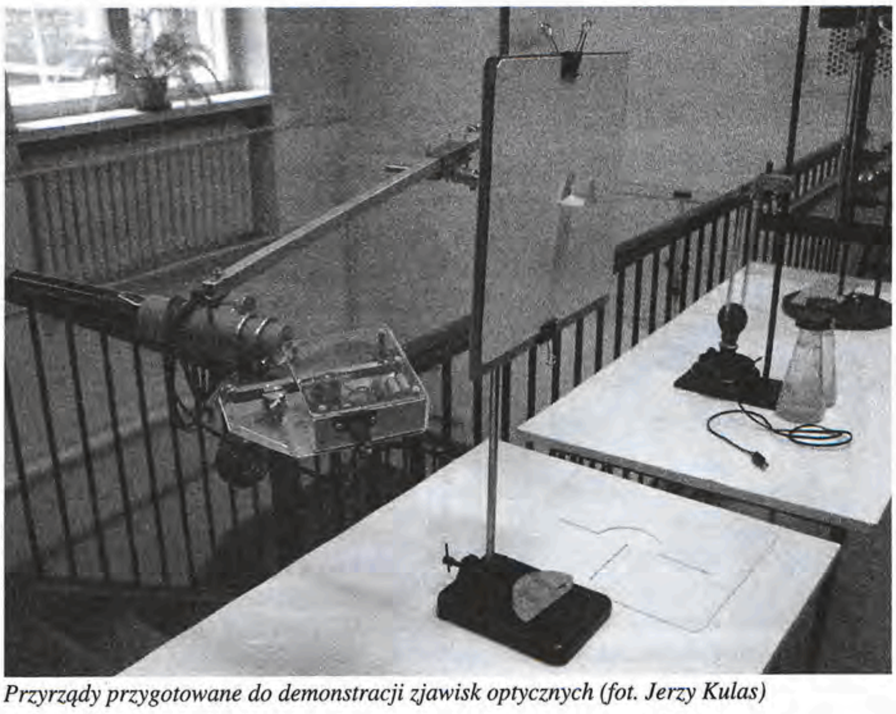
W czasie niedawno wykonanych doświadczeń (por. rys. 1.) zwrócono uwagę na duże potencjalne możliwości zastosowania plazmy ciężkich jonów neono- i niklopodobnych jako źródeł spójnego promieniowania rentgenowskiego. Ostatnio właśnie jony o konfiguracji atomu niklu wzbudziły wielkie zainteresowanie. Oczywiście z praktycznego punktu widzenia zbudowanie lasera rentgenowskiego jest bardzo trudne, a to z racji wymaganej bardzo dużej energii potrzebnej do uzyskania inwersji obsadzeń oraz z powodu braku danych dotyczących możliwych przejść rentgenowskich w ciężkich jonach. Zrealizowany projekt dostarczył danych teoretycznych wskazujących szereg przejść, których długości fal leżą w tzw. oknie wody, co ma szczególne znaczenie dla wytwarzania obrazów holograficznych biologicznych komórek. Przewidziano również powstawanie całych kaskad promieniowania rentgenowskiego w poszczególnych jonach niklopodobnych. Tam gdzie było to możliwe, dokonano porównań z wynikami doświadczalnymi i teoretycznymi innych autorów.

Z racji możliwych zastosowań laserów rentgenowskich, w ciagu ostatnich lat notuje się dużą liczbę konferencji poświęconych wyłącznie laserom rentgenowskim i ich zastosowaniom w biologii i medycynie, fotochemii, fizyce atomowej i inżynierii materiałowej.

Józef E. Sienkiewicz
Wydział Fizyki Technicznej i Matematyki Stosowanej



Rys. 1. Światło z dwóch laserów optycznych zostaje skupione na cienkiej metalowej folii. W wyniku absorpcji tego światła wytwarzana jest cylindryczna plazma będąca źródłem spójnego promieniowania rentgenowskiego. Po wzmocnieniu wzdłuż osi cylindra opuszcza ono folię, która w chwilę później wybucha



Przyrządy przygotowane do demonstracji zjawisk optycznych (fot. Jerzy Kulas)

Solitony na Politechnice

Prehistoria.

Okres mojej obecności jako naukowca na Politechnice, lat 7+1, jest klasycznym przykładem w życiu akademickim. Pierwsze siedem lat – wypracowanie urlopu naukowego, po siedmiu latach – sam „sabbatical". Zostałem zaproszony przez władze uczelni w 1995. Odczuwałem potrzebę uczestniczenia w rozwoju działalności naukowej na PG, w tym – aktywnej współpracy. Pierwszą próbą była wspólna praca z Katedrą Hydroakustyki (Wydział Elektroniki): prof. A. Stepnowskim, dr. K. Zachariaszem, M. Moszyńskim. Tematy – efekty nieliniowe, wyznaczenie stałych ośrodków przez pomiary składowych pól akustycznych. Wszystko na podstawie pewnych podejść analitycznych, pozwalających uzyskiwać stałe wchodzące do wzorów. W trakcie pracy nastąpił rozwój kontaktów z uczelnią w Kaliningradzie/Królewcu (pracowałem tam 30 lat), zorganizowano kilka wizyt, uczestnictwo w konferencjach; wspólne publikacje, doktoraty, wnioski na granty. W skład grupy wchodzą dr. A. Perielomowa oraz doktoranci: A. Sukhov (był tutaj trzy lata, po czym wrócił do Kaliningradu), I. Vereshchagina (obroniła doktorat rok temu) i M. Kuśmirek-Ochrymiuk – moja obecna doktorantka. W pracach brali udział studenci, m. in. M. Szymaniak, który po uzyskaniu tytułu magistra rozpoczął pracę w Instytucie Maszyn Przepływowych. Zajmuje się on atrakcyjnym tematem: oddziaływania fal dźwiękowych z zaburzeniem warstwy przyściennej – od których z kolei zależy stan oderwania cieczy od ciała, więc wzrost oporu ciała wskutek ruchu w ośrodku ciągłym. Dość przypadkowo rozpocząłem długotrwałą i już owocującą współpracę z eksperymentatorem prof. W. Lewandowskim z Wydziału Chemicznego. Badamy również zjawiska zachodzące w warstwach przyściennych – od których zależy wymiana ciepła.

Nieliniowości podstawowych równań Fouriera-Kirchhoffa i Naviera-Stokesa określają kształt warstwy przyściennej i charakter przekazu ciepła. Można powiedzieć, że powstała (nieformalna) grupa badawcza w dziedzinie fizyki cieczy ma charakter międzywydziałowy – biorą w niej udział studenci i doktoranci. Niedawno wzmocniły się kontakty z prof. Kłuskiem z Instytutu Oceanologii: badania fal akustycznych, odbitych od pęcherzyków w wodzie – ważne zjawisko nieliniowe – rozpraszanie kombinowane.

Ale równoważnym, a może nawet - poważniejszym dziełem okazało się stworzenie drugiej grupy, która już ma określone wspólne osiągnięcia/publikacje w tzw. teorii solitonów. Kilka słów o solitonach, które są rozwiązaniami ważnej klasy równań – całkowalnych.

Historia.
Aspekt matematyczny.

Formalizm Hamiltona-Jacobiego był ważnym krokiem w kierunku ścisłej definicji całkowalności Liouville'a. Sam Jacobi jest znany jako odkrywca (1839) faktu, iż ruch po geodetykach na elipsoidzie jest zagadnieniem całkowalnym, rozwiązywalnym przez funkcje hipereliptyczne. [C.G. Jacobi Vorlesungen über Dynamik, Königsberg University 1842—1843 (edited by Clebsch and published from Reimer, Berlin, 1884)]

Prace Jacobiego w zakresie dynamiki, trwające od roku 1837, były silnie inspirowane formalizmem hamiltonowskim, w optyce opartym na zasadzie najmniejszego działania. Można powiedzieć, że prace Hamiltona były dla Jacobiego taką samą inspiracją, jak prace Abela w badaniach Jacobiego dotyczących funkcji eliptycznych.

[J. Liouville Note sur les \'equations de la dynamique, J. Math. Pures Appl. 20 (1855), 137—138.]

Całkowalność w sensie Liouville'a opiera się na pojęciu całek pierwszych. Dalej, patrz w: www.math.h.kyoto-u.ac.jp+.

Aspekt fizyczny.

W roku 1834 narodziła się nowa dziedzina fizyki – fizyka solitonów. Jednym z ojców tego dziecka był inżynier ze Szkocji John Scott Russel. Poetyczny cytat z jego artykułu opublikowanego w [Trans. Royal Soc. Edinburgh XIV (1840)] (w moim tłumaczeniu, red. M. Czachor) brzmi następująco:

„Obserwowałem ruch łódki, która była szybko ciągnięta za pomocą pary koni, łódka nagle zatrzymała się – jednak to nie dotyczyło masy wodnej w kanale, ruch której ona spowodowała; woda zebrała się wokół dziobu statku w stanie silnego wzbudzenia, potem szybko ten dziób opuściła, tocząc się do przodu z dużą prędkością, przyjmując kształt samotnego wzgórza, okrągłego, gładkiego i wyraźnie określonego zwału wody, który przedłużał swój bieg wzdłuż kanału bez ewidentnych zmian formy albo zmniejszenia prędkości. Podążyłem za nim na koniu, wyprzedziłem go; toczył się z prędkością około 8-9 mil na godzinę; zachowując swoją postać długości rzędu 30 stop (stopa = 0,3 m) i wysokości od stopy do półtorej stopy. Jego wysokość z czasem zmniejszała się i po dwóch milach polowania zgubił go w zakrętach kanału. Tak w sierpniu 1834 odbyło się moje pierwsze spotkanie z tym niezwykłym i pięknym zjawiskiem, które nazwałem *falą postępową (translacyjną).*

To był właśnie ten sam SOLITON, o którym mowa. W pracy 1844 Russel podaje już klasyfikację fal powierzchniowych oraz mówi o „a large progressive solitary wave" – o samotnej fali przesunięcia.

Odnośnik: http://www.igf.fuw.edu.pl/zp/pr.html

Tylko w latach 60. odkryto, że równania opisujące takie solitony należą do całkowalnych.

Nowa historia.
Solitony optyczne.

Rozchodzenie się nieliniowych impulsów w światłowodach optycznych było badane przez ponad 30 lat. Pomysł użycia solitonów optycznych jako bitów informacji w bardzo szybkich systemach telekomunikacyjnych po raz pierwszy został zaproponowany w 1973 roku, a zaprezentowany eksperymentalnie w 1980. Z teoretycznego punktu widzenia fala propagująca w jednomodowych światłowodach optycznych reprezentowana jest przez rodzinę skalarnych, nieliniowych równań Schrödingera (NLS, też – całkowalne!). Powstanie optycznych solitonów jest skutkiem wzajemnego oddziaływania pomiędzy rozprzestrzeniającym się impulsem a nieliniową reakcją ośrodka (efekt Kerra), które prowadzą do intensywnej zależności zmiany fazy impulsu (znane jako modulacja fazy). W przypadku światłowodów dwójłomnych i wielofunkcyjnych z modulacją fazy (SPM) należy rozważyć poprzeczną modulację fazy (XPM); impuls ewoluuje zgodnie z równaniami układu równań Schrödingera (CNLS), prowadzi to do

zależności fazy każdego modu światłowodu od intensywności modów.

Równania CNLS są wszechobecne w tym sensie, że mają różnorodne zastosowania, opisując paczkę falową z uwzględnieniem polaryzacji. Pojęcie przestrzennych solitonów optycznych wzbudza szerokie zainteresowanie. Niedawno odkryto propagację wiązki w refraktywnym ośrodku oraz występowanie nieliniowych efektów z ekstremalnie niskimi mocami optycznymi, opisujących zespół równań N-CNLS. W ostatnich latach po obserwacjach tak zwanych częściowo niespójnych solitonów wzbudzanych przez spójną wiązkę światła odnotowuje się rosnące zainteresowanie propagacją solitonową w fotorefrakcyjnych ośrodkach. Zostało również zaobserwowane doświadczalnie oraz teoretycznie, że równania N-CNLS odpowiadają klasie częściowo spójnych, stałych solitonów (PCS). Solitony te zostały zinterpretowane jako wielosolitonowe złożenia będące nieliniowymi superpozycjami kilku solitonów podstawowych. Dalej zakładano, że solitony PCS mają zmienny kształt. Chociaż duża liczba prac publikowanych w literaturze opiera się na badaniu propagacji solitonowej w równaniach CNLS, to ściśle wyniki są rzadkie z wyjątkiem dwóch nieliniowych równań Schrödingera łączonych parametrycznie. Równania te nazywane są systemem równań Manakova. Po raz pierwszy solitony Manakova udało się zaobserwować w 1995 roku. W tym celu wykorzystany został laser NaCl:OH- pracujący na długości fali 1.55 μm, natomiast światłowód planarny AlGaAS, za pomocą którego przeprowadzony był eksperyment, miał długość 14 mm. Ważność tego eksperymentu polega na nowej możliwości – tworzenia bramek optycznych, co z kolei odkrywa drogę do nowej generacji komputerów – optycznych (według wstępu do pracy dyplomowej K. Fialkowskiego – 2002 r.).

Dzień dzisiejszy. Optyka nieliniowa i mechanika kwantowa.

Po uruchomieniu Katedry Fizyki Teoretycznej i Metod Matematycznych razem z dr. hab. M. Czachorem zostaliśmy jej pracownikami. Rozmawiając o problemach ewolucji macierzy gęstości związanych z nieliniową mechaniką kwantową, zauważyliśmy, że istnieje pewne podobieństwo miedzy strukturą takich nieliniowych równań i równaniami Eulera dynamiki ciała stałego. Takie podobieństwa pozwoliły zastosować metodę algebraiczną: transformację Darboux-Backlunda (dressing), która pozwalała wygenerować iteracyjne rozwiązania w postaci jawnej obszernej klasy podobnych równań, z kolei – wprowadzić modele; na podstawie wykrytych własności modeli – zrozumieć nowe możliwości teorii. W ciągu ostatnich lat w katedrze FTiMS stworzyła się grupa, pracująca w dziedzinie teorii zjawisk nieliniowych-kwantowych. W tym są badania układów całkowalnych – teorii solitonów. Kierunkiem badań jest teoria rozwiązania równania von Neumanna-Heisenberga. Głównym osiągnięciem było uzyskanie pewnej klasy całkowalnych równań tego typu. Ważnym przedmiotom badań służą fale elektromagnetyczne w światłowodach. Kilku studentów wykonało prace magisterskie na bliskie tematy. Do zespołu dołączył się dr. M. Kuna – pracownik Katedry Równań Różniczkowych. Grupa aktywnie współpracowała z uniwersytetami Belgii: FUB w Brukseli i Antwerpii, Uniwersytetem w Kaliningradzie; razem opublikowaliśmy jak dotąd 19 prac w dziedzinie fizyki matematycznej, dotyczącej klasyfikacji równań nieliniowych operatorowych i ich zastosowań. Tymczasem rozwinęły się kontakty w Polsce (prof. Błaszak – Uniwerystet Adama Mickiewicza w Poznaniu, prof. Cieśliński – Białystok, prof. Popowicz – Wrocław). Niedawno odbyło się spotkanie w Gdańsku na temat problemów dynamiki kwantowej nieliniowej.

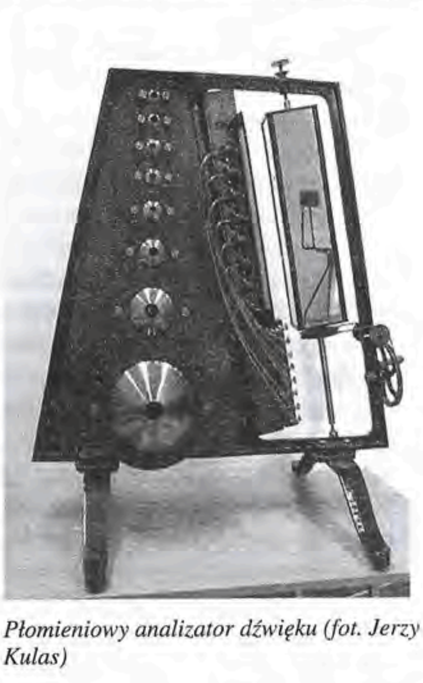
„Efektom ubocznym" stało się zastosowanie techniki „dressing" do zagadnień rozpraszania elektronów na cząsteczkach – współpraca z kierownikiem Katedry prof. M. Sienkiewiczem, z prof. J. Zubkiem , dr. hab. I. Yurową (Petersburg) i moim doktorantem S. Yaluninym (Kaliningrad).

Przyszłość.

To wszystko stworzyło podstawy dla dalszego rozwoju organizacyjnego.

1. **Granty**. Już trzeci rok funkcjonuje grant KBN (kieruje nimi M. Czachor). Grupa (przez Katedrę) ma zamiar jeszcze dołączyć się do stworzenia podstaw fizycznych monitoringu satelitarnego Bałtyku.
2. **Sieci**. Zaistniało w sieci „Laboratorium Fizycznych Podstaw Przetwarzania Informacji: INFORMATYKA I INŻYNIERIA KWANTOWA" (patrz: strona www Katedry). Został złożony wniosek o dołączeniu grupy do sieci NEEDS – nieliniowe równania ewolucyjne i układy dynamiczne (6. Program Ramowy).
3. **Konferencje w Gdańsku**. W 2002 i 2003 odbyły się workshop'y „Kwantyzacja i solitony" z udziałem specjalistów z teorii solitonów z Polski i Kaliningradu. W 2003 był też gość z Mińska – prof. Doktorov.
4. **Studenci i doktoranci**. Już trzech moich absolwentów. (M. Jasiński, M Bagiński, K. Fiałkowski) – miało, a trzech studentów (Rochraf, Reichel, Bławat) – mają tematy pracy związane z teorią solitonów. Na stronie domowej Katedry można obejrzeć listę doktorantów, skontaktować się z nimi – to jest najlepszy sposób, by zapoznać się z kierunkami badań i możliwościami Katedry FTiMS.
5. **Miejsca pracy**. Ważne, że większość absolwentów pracuje jako fizycy (M. Jasiński, K. Fiałkowski – PAN, Bagiński – WSZ w Elblągu). Jestem pewien, że doświadczenie zdobyte w trakcie współpracy z naszym zespołem w czasie pracy magisterskiej albo doktorskiej pozwoli absolwentom pracować w szerokim gronie badań fizyko-technicznych, związanych z informatyką – modelowaniem/monitoringiem zjawisk przyrody.

Sergiej Leble
Wydział Fizyki Technicznej i Matematyki Stosowanej



Płomieniowy analizator dźwięku (fot. Jerzy Kulas)

O sposobach nieistnienia

„Jak wiadomo, smoków nie ma. Prymitywna ta konstatacja wystarczy może umysłowi prostackiemu, ale nie nauce, ponieważ Wyższa Szkoła Neantyczna tym, co istnieje, wcale się nie zajmuje; banalność istnienia została już udowodniona zbyt dawno, by warto jej poświęcać choćby jedno jeszcze słowo..."

Stanisław Lem, Siedem wypraw Trurla i Klapaucjusza

Twierdzenie Bella jest jednym z bardziej frapujących odkryć fizyki kwantowej. Sformułowane zostało w 1964 r. przez Johna S. Bella, fizyka z genewskiego CERN, jako wariant tzw. paradoksu Einsteina-Rosena-Podolskiego. Ujmując rzecz skrótowo, twierdzenie głosi, iż należy zachować jak najdalej idącą ostrożność w wypowiadaniu się na temat zdarzeń, które *mogłyby się* wydarzyć, niemniej *nie wydarzyły się*.

Matematyka dowodu jest bardzo prosta, dostępna każdemu, kto zna podstawowe własności zbiorów i rachunku prawdopodobieństwa. Pomimo prostoty „technicznej", twierdzenie ociera się o subtelności natury logicznej trudne do uchwycenia i precyzyjnego sformułowania. Efektem owych trudności jest niegasnąca i pełna emocji dyskusja w pewnych kręgach fizyków, logików i filozofów. W czasach dzisiejszych dyskusja ta nabrała również wymiaru zdumiewająco przyziemnego. Okazuje się bowiem, iż twierdzenie Bella przekłada się bezpośrednio na pewne problemy związane z bezpieczeństwem szyfrowania danych. Praca autorstwa polskiego fizyka z Cambridge, Artura Ekerta, pokazująca istnienie takiego związku, jest obecnie najczęściej cytowaną pracą z dziedziny kryptografii.

Pierwszym krokiem konstrukcji prowadzącej do tezy twierdzenia jest pewna nierówność, zwana nierównością Bella.

Zanim jednak do niej dojdziemy, musimy zrozumieć parę etapów pośrednich.

Nierówności

Spośród różnych relacji matematycznych charakteryzujących prawdopodobieństwa, szczególną rolę odgrywają nierówności. Przykładowo, dla dowolnego prawdopodobieństwa p zachodzi $0 \leq p \leq 1$. Nierówność ta jest w sposób oczywisty spełniana w każdym eksperymencie, gdzie przyjmuje postać $p=N_1/N$; N_1 jest liczbą „trafień" przy N próbach, a liczba trafień nie może być większa od liczby prób.

Inny rodzaj nierówności pojawia się dla wartości średnich (oczekiwanych) zmiennych losowych. Dla przykładu, jako zmienną losową weźmy wynik rzutu kostką do gry (lub ocenę w szkole). Wynikami mogą być: 1, 2, 3, 4, 5, 6. Przy N rzutach (lub ocenach) zanotujemy N_1 jedynek, N_2 dwójek, N_3 trójek, itd. Wartością średnią liczby oczek (lub ocen) jest
$\langle N\rangle = N_1/N+2\,N_2/N+3\,N_3/N+4\,N_4/N+5\,N_5/N+6\,N_6/N$.

Każde dziecko wie, że średnia ze stopni na okres nie może być większa niż 6 i mniejsza niż 1. Jest to właśnie przykład nierówności dla średniej: zawsze zachodzi $1 \leq \langle N\rangle \leq 6$.

Jeszcze inny typ nierówności pojawia się, gdy myślimy w kategoriach zbiorów. Prawdopodobieństwo, że coś należy do zbioru *A*, nie może być mniejsze niż prawdopodobieństwo, że to coś nie tylko należy do *A*, ale dodatkowo również do jakiegoś innego zbioru *B*, czyli, w notacji matematycznej, $p(A\cap B)\leq p(A)$. Przykładowo, prawdopodobieństwo, że zabawka w pokoju mojego dziecka jest klockiem, nie może być mniejsze niż prawdopodobieństwo, iż zabawka jest czerwonym klockiem, gdyż czerwonych klocków nie może być więcej niż wszystkich klocków.

Jako szczególne zastosowanie takiej właśnie nierówności, rozpatrzmy nierówność dla trzech zbiorów zdarzeń, mówiącą, że prawdopodobieństwo posiadania trzech własności *A*, *B*, *C* nie jest większe niż prawdopodobieństwo posiadania dwóch z nich, czyli $p(A\cap C\cap B)\leq p(A\cap B)$. Niech zbiór *A* odpowiada przedmiotom przyciąganym przez magnes, *B* – przedmiotom pływającym na powierzchni wody. Za pomocą magnesu i wody możemy oddzielić śrut od kulek pingpongowych, umieszczając nad naczyniem magnes lub wlewając do naczynia wodę. Zdarzenie należące do $A\cap B$ polega na znalezieniu przedmiotu przyciąganego przez magnes i równocześnie pływającego w wodzie. Prawdopodobieństwo $p(A\cap B)=0$, gdyż to, co jest przyciągane przez magnes, nie chce pływać. Załóżmy teraz, że śrut i piłki mogą być zarówno czarne, jak i białe, a zbiór białych przedmiotów oznaczmy jako *C*. Zbiorowi $A\cap C$ odpowiada wyciągnięcie białej kulki śrutu, a $B\cap C$ – białej piłki, itd. Oczywiste jest, iż $p(A\cap C\cap B)=0$, gdyż to, co przyciąga magnes, nie chce pływać, nawet jeśli ograniczyć się jedynie do białych przedmiotów.

Czytelnik dziwi się może, czemu dzielę włos na czworo w kwestii tak oczywistej? Zastąpmy więc nasz *A* zbiorem fotonów przepuszczonych przez polaryzator liniowy, przepuszczający światło spolaryzowane w płaszczyźnie pionowej, *B* – to samo dla polaryzatora ustawionego poziomo, a *C* – dla polaryzatora nachylonego pod kątem 45 stopni względem pozostałych dwóch. Fotony pełnią rolę kulek z poprzedniego przykładu. Prawdopodobieństwo przejścia przez idealny polaryzator wynosi 1. Prawdopodobieństwo przejścia przez drugi polaryzator, ustawiony za nim, wynosi $\cos^2\alpha$, gdzie α to kąt miedzy polaryzatorami. Jest to tzw. prawo Malusa. Jeżeli polaryzatory ustawione są prostopadle, to $p(A\cap B)=0$. Jednakże, jeżeli wstawić pomiędzy dwa prostopadłe polaryzatory polaryzator nachylony pod kątem 45 stopni, to $p(A\cap C\cap B)$= 1 1 1 =1/8. Jeżeli więc *zawsze* musi zachodzić $p(A\cap C\cap B)\leq p(A\cap B)$, to 1/8 L 0 co, jako żywo, prawdą nie jest. Analogiczny problem pojawia się, gdy zamiast fotonów weźmiemy elektrony, zamiast polaryzatorów – odpowiednio skonstruowane magnesy, a polaryzację liniową zastąpimy momentem magnetycznym. Odpowiednik prawa Malusa zawiera teraz prawdopodobieństwo warunkowe $\cos^2(\alpha/2)$, gdzie α to kąt miedzy magnesami. Kąt połówkowy bierze się z faktu, iż $p(A\cap B)=0$, gdy odwrócimy drugi magnes do góry nogami (czyli o 180 stopni), a nie o 90 stopni, jak to ma miejsce dla polaryzatorów.

Prawo Malusa potwierdzone jest w niezliczonych eksperymentach i nie budzi wątpliwości. Coś więc najwyraźniej jest nie tak z naszym pojęciem prawdopodobieństwa opartego na intuicji z teorii zbiorów. Odkładając na później analizę tego zjawiska, sformułujmy kilka uwag. Sprzeczność, którą uzyskaliśmy, jest prostym przykładem trudności, na które trafia się, próbując pogodzić zwykły „szkolny" rachunek prawdopodobieństwa z mechanika kwantową. Nierówność Bella jest trudnością podobnej natury, lecz głębszą. Okazuje się, że problem jest ogólniejszy i nie tkwi wcale w mechanice kwantowej, przynajmniej jeśli chodzi o prawo Malusa.

Prawo Malusa dla budzika

Poniższy przykład podał Dirk Aerts z Brukseli w 1986 r. Uważam go za obowiązkowe ćwiczenie dla każdego, kto chce zrozumieć trudności z klasycznymi nierównościami, pojawiające się w mechanice kwantowej.

Rozpatrzmy tarczę budzika. Umawiamy się, że zegar ma trzy wskazówki tej samej długości: czarną godzinową, czerwoną minutową i żółtą do ustawiania budzenia. Masę m umieszczamy na końcu żółtej wskazówki i na oślep ustawiamy godzinę budzenia. Następnie bierzemy dwie masy m_1, m_2, których sumę znamy, np. $m_1 + m_2 = 1g$, ale nie znając z osobna wartości m_1 i m_2. Masę m_1 przyklejamy na końcu wskazówki godzinowej (czarnej), a m_2 na końcu minutowej (czerwonej). Następnie ustawiamy godzinę na zegarze w taki sposób, żeby wskazówki czarna i czerwona skierowane były przeciwnie, np. na 8:11, i mierzymy siły przyciągania grawitacyjnego między masami. Jeżeli przyciąganie jest silniejsze między m i m_1, niż między m i m_2, przesuwamy wskazówkę budzenia na wskazówkę godzinową; w przeciwnym przypadku przesuwamy ją na wskazówkę minutową. W pierwszym wypadku mówimy, że wynikiem pomiaru jest +1, a w drugim, że –1. Następnie usuwamy m_1 i m_2, a m pozostawiamy na wskazówce budzenia w jej nowym ustawieniu. Jako etap kolejny, ponownie zmieniamy godzinę na, przykładowo, 12:33 i powtarzamy procedurę, używając na nowo losowo wybranych mas, m'_1 i m'_2, spełniających $m'_1 + m'_2 = 1g$.

Obliczmy teraz prawdopodobieństwa wyniku +1 przy pierwszym pomiarze, oraz prawdopodobieństwa wyników +1 i –1 w drugim eksperymencie, pod warunkiem, że pierwszy pomiar dał +1. W pierwszym eksperymencie prawdopodobieństwo związane jest z brakiem informacji o dwóch zmiennych: położeniu masy m oraz wartości masy m_1. W drugim eksperymencie położenie m znamy, ale nie znamy wartości masy m'_1. Zakładając, że podział 1g masy na m_1 i m_2 oraz m'_1 i m'_2 odbywa się losowo i że wszystkie możliwe rozkłady są równie prawdopodobne, oraz wykorzystując wzór Newtona na siłę grawitacyjną, uzyskujemy następujące prawdopodobieństwa: $p(8{:}11,+1)=1/2$ (pierwszy eksperyment z nieznanym położeniem masy m), $p(8{:}11,+1 \cap 12{:}33,+1)= 1/2 \cos^2(\alpha/2)$, gdzie α to kąt pomiędzy wskazówkami godzinowymi w obu eksperymentach. Uzyskaliśmy więc prawo Malusa dla elektronów, które sprzeczne jest, jak już wcześniej ustaliliśmy, z nierównością $p(A \cap C \cap B) \leq p(A \cap B)$!

Stało się coś dziwnego. Matematyka i fizyka, których użyliśmy, nie wykraczają poza poziom szkoły średniej, a sprzeczność pojawia się na poziomie innego, równie prostego rozumowania.

Żeby zrozumieć, o co chodzi, zauważmy wpierw, iż koniunkcje postaci $8{:}11,+1 \cap 12{:}33,+1$ mają sens jedynie dla zdarzeń występujących *jedno po drugim*. Koniunkcja taka znaczy: „przy ustawieniu wskazówek na 8:11 masa m spadła na wskazówkę godzinową; przy *kolejnym* pomiarze wykorzystującym ustawienie 12:33 ponownie spadła na wskazówkę godzinową". Zwróćmy uwagę, że nie mamy wcale gwarancji, iż przy odwróceniu kolejności pomiarów, tj. wpierw 12:33, a potem 8:11, uzyskalibyśmy ponownie wyniki +1 i +1. Dzieje się tak dlatego, że pierwszy pomiar *zmienia* położenie masy m na zegarze, i to w sposób różny dla różnych ustawień wskazówek.

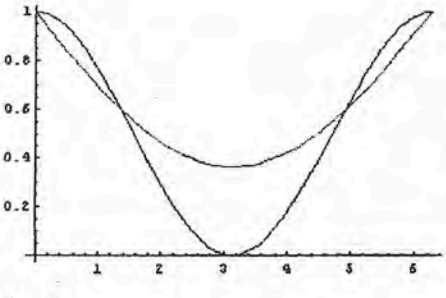
Jak widać, w omawianym eksperymencie nie możemy założyć nawet, że „*A* i *B*" to logicznie to samo co „*B* i *A*", gdyż porządek zdarzeń nie jest bez znaczenia. Zdarzenie *A* zawiera w sobie stwierdzenie „masa m osiągnęła wskazówkę godzinową lub minutową ustawione na 8:11", podczas gdy zdarzenie *B*, to „masa m osiągnęła wskazówkę godzinową lub minutową ustawione na 12:33". Ma to sens dla zdarzeń pojawiających się jedno po drugim, ale nie dla zdarzeń zachodzących równocześnie! Oczywiście, ponieważ dla zbiorów zawsze zachodzi $B \cap A = A \cap B$, wnioskujemy, iż prawdopodobieństw koniunkcji nie da się tu modelować za pomocą algebry zbiorów.

Gdybanie probabilistyczne

Wyjaśnijmy sobie jeszcze jedną kwestię. Wynik każdego pomiaru jest jednoznacznie określony przez położenie masy m oraz wielkość masy m_1, gdyż wystarczy obliczyć siły przyciągania grawitacyjnego pomiędzy m i m_1 oraz m i m_2 przy konkretnym ustawieniu wszystkich trzech wskazówek budzika. Prawdopodobieństwa pojawiają się, gdy brakuje nam części danych. Przypomnijmy, że przed pierwszym pomiarem nie mamy żadnej informacji, a po pierwszym pomiarze znamy już położenie masy m. Położenie to jest jednoznacznie określone przez wynik pierwszego pomiaru. Zagadnienie jest zupełnie klasyczne, dlaczego zatem modelowanie prawdopodobieństw przez zbiory nie ma mimo wszystko zastosowania?

Zauważmy, iż prawdopodobieństwo znalezienia masy m na końcu czarnej wskazówki po pierwszym pomiarze wynosi 1. A ile wynosiło prawdopodobieństwo znalezienia masy m na końcu tejże czarnej wskazówki... przed pierwszym pomiarem, czyli „prawdopodobieństwo warunku"? Zero! Niemniej, prawdopodobieństwo warunkowe jest tu dobrze zdefiniowane, gdyż dla drugiego pomiaru istotne jest, gdzie znajduje się masa m po pierwszym pomiarze, a nie przed. Akt uwarunkowania *nie* polega tu jedynie na *uzyskaniu informacji* o układzie, czyli określeniu, w jakim podzbiorze wszystkich możliwych wartości znajduje się badana cecha układu, lecz dodatkowo *zmienia* on układ poprzez przeniesienie masy m z nieznanego położenia na koniec jednej z dwóch wskazówek budzika. Sytuacja taka jest niemożliwa do poprawnego opisu przez prawdopodobieństwa modelowane na zbiorach i związana jest z tzw. paradoksem Borela, znanym z klasycznego rachunku prawdopodobieństwa.

Natomiast zupełnie inne zagadnienie pojawia się, gdy zapytamy „jakie jest prawdopodobieństwo trafienia w taką kombinację mas i położeń, że gdybyśmy ustawili wskazówki na 8:11, to uzyskalibyśmy +1, przy czym +1 uzyskalibyśmy również wtedy, gdybyśmy *zamiast* 8:11 wybrali 12:33". Problem jest podobny do poprzedniego, jeżeli pominąć ruch masy m. Ponieważ położenie masy m określić można przez podanie kąta $0 \leq \theta < 360$ stopni, a masa m_1 spełnia warunek $0 \leq m_1 \leq 1g$, jako przestrzeń parametrów możemy przyjąć prostokąt $[0,360] \times [0,1]$. Trzeba teraz określić jak, dla konkretnego ustawienia wskazówek godzinowej i minutowej, wygląda zbiór parametrów postaci (θ, m_1), dla których siła przyciągania pomiędzy masami m oraz m_1 jest większa niż dla mas m i m_2, obliczyć to dla dwóch różnych ustawień wskazówek, wziąć część wspólną, wreszcie policzyć jej pole i podzielić przez 360, czyli pole całego prostokąta. Prawdopodobieństwo tak wyliczone nie złamie żadnej nierówności, którą można wyprowadzić w ramach modelu opartego na algebrze zbiorów, ale w szczególności na pewno nie uzyskamy prawa Malusa. Nie jest to jednak prawdopodobieństwo odpowiadające sytuacji eksperymentalnej, gdyż pomiar *zmienia* położenie



Rys. 1

masy. Na rys. 1 krzywa oscylująca opisuje prawdopodobieństwo warunkowe $\cos^2(\alpha/2)$, a krzywa niedotykająca osi poziomej – odpowiednie prawdopodobieństwo dla problemu z gdybaniem, jako funkcje kąta pomiędzy wskazówkami godzinowymi.

Komplementarność

Według Nielsa Bohra dwie wielkości fizyczne nazywamy komplementarnymi, jeżeli wiedza na temat jednej z nich wyklucza lub zaburza znajomość drugiej. Bohr przyzwyczaił nas do istnienia wielkości komplementarnych w mechanice kwantowej, lecz każdy z Czytelników po chwili zastanowienia poda jakiś przykład z życia wzięty. W kontekście prawa Malusa dla budzika komplementarne są wyniki pomiarów dla 8:11 i 12:33. Rzeczywiście, w momencie, gdy decydujemy się na sprawdzenie wyniku dla jednego konkretnego ustawienia wskazówek, tak dalece i *nieodwracalnie* niszczymy informację na temat wyniku ewentualnego *alternatywnego* pomiaru, że traci sens pojęcie koniunkcji obu zmiennych losowych. Mówiąc dokładniej, istotnym elementem definicji wyniku pomiaru było dotarcie masy m do jednej z dwóch wskazówek, a przecież masa ta nie może równocześnie dotrzeć do dwóch różnych miejsc. W tym przypadku, prawdopodobieństwa wyliczone na podstawie gdybania mają się nijak do częstości występowania wyników w konkretnych praktycznych eksperymentach. Nie ma natomiast kłopotów z pomiarami wielkości komplementarnych wykonywanych jeden po drugim.

Dotarliśmy do niezwykle ważnego punktu naszego rozumowania, więc pójdźmy jeszcze trochę głębiej.

Zmienne losowe, które rozważaliśmy, można było wyrazić za pomocą funkcji przyporządkowujących wartości +1 lub –1 parametrom (θ,m_1) określającym konfigurację mas m, m_1 i m_2. W pierwszym eksperymencie funkcja taka przyjmuje wartość $A(\theta,m_1)=+1$, jeżeli siła Newtona pomiędzy masami m i m_1 jest większa od siły pomiędzy masami m i m_2. Chcąc określić wartość oczekiwaną zmiennej losowej A, musimy znać rozkłady prawdopodobieństwa dla obu parametrów, czyli jaki procent pola powierzchni prostokąta [0,360]x[0,1] zajmują punkty (θ,m_1) spełniające $A(\theta,m_1)=+1$. W drugim eksperymencie mamy zmienną losową $B(\varphi,m'_1)$, gdzie φ określa położenie wskazówki godzinowej, lecz średnie i prawdopodobieństwa obliczamy jedynie względem zmiennej m'_1. Tak więc zmienne losowe $A(\theta,m_1)$ i $B(\varphi,m'_1)$ są funkcjami określonymi, odpowiednio, na prostokącie [0,360]x[0,1] i odcinku [0,1]. Precyzyjniejsze byłoby zapisanie drugiej zmiennej losowej jako $B_\varphi(m'_1)$. Trzeba wykazać dużą ostrożność przy rozpatrywaniu zmiennej losowej odpowiadającej np. iloczynowi lub sumie wyników z pierwszego i drugiego pomiaru, gdyż prawdopodobieństwo losowego trafienia w $\theta=\varphi$ jest zerowe, więc nie wolno bezkrytycznie dzielić przez prawdopodobieństwo „warunku" $\theta=\varphi$ (na tym właśnie oparty jest pozorny paradoks odkryty przez Borela). Rzecz jasna, nie ma problemu z policzeniem wartości oczekiwanej odpowiedniej zmiennej losowej, trzeba tylko pamiętać, iż koniunkcje rozumiane są w sensie wartości pomiarów dla eksperymentów robionych jeden po drugim.

Dlatego też nie wolno po prostu pomnożyć $A(\theta,m_1)B(\theta,m_1)$ lub dodać $A(\theta,m_1)+B(\theta,m_1)$, gdyż odpowiadałoby to zagadnieniu opartemu na gdybaniu, a więc innemu problemowi.

Korelacje

Ostatnim brakującym elementem układanki jest zrozumienie pojęcia *korelacji* między zdarzeniami.

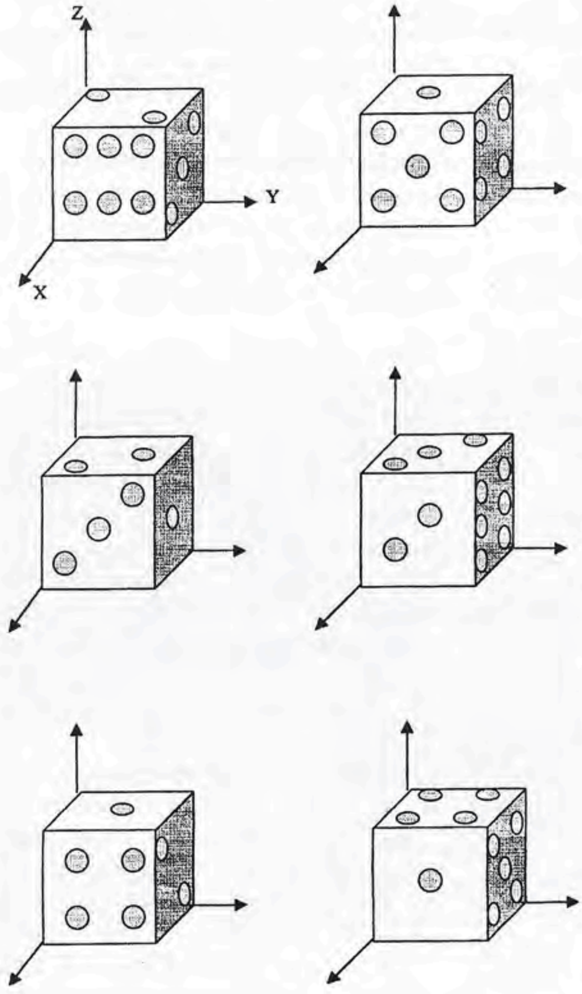
Rozpatrzmy jako przykład urządzenie produkujące pary kostek do gry. Urządzenie skonstruowane w taki sposób, że kostki z każdej pary ustawione są do siebie ściankami mającymi taką samą liczbę kropek, p. rys. 2. Z kostką (jak z każdym sześcianem) można związać trzy osie współrzędnych, w sposób pokazany na rysunku. Ponadto, każda ścianka naturalnie definiuje zmienną losową równą +1, jeżeli liczba jej kropek jest parzysta, i –1, jeśli jest nieparzysta. Ową zmienną losową, odpowiadającą ściance prostopadłej do osi x, y, lub z, oznaczymy, odpowiednio, jako A_x, A_y, A_z. Wprowadźmy jeszcze zmienne losowe odpowiadające kierunkom –x, –y, lub –z, czyli A_{-x}, A_{-y}, A_{-z}. Ponieważ, jak wiadomo, suma kropek na przeciwległych ściankach kostki wynosi 7, więc jeżeli na jednej ściance liczba oczek jest parzysta, to na przeciwległej musi być nieparzysta. Innymi słowy, $A_{-x}=-A_x$, itd., przy czym zawsze wynosi ona +1 lub –1. Ponieważ urządzenie produkuje pary kostek, więc takie zmienne losowe możemy związać z każdą z kostek. Oznaczajmy je literą A dla kostki lewej, a B dla kostki prawej. Dodatkowo mamy więc zmienne B_x, B_y, B_z o analogicznych własnościach jak poprzednio. Z rysunku widać, że zawsze zachodzi również $A_x=-B_x$, $A_y=-B_y$, $A_z=-B_z$. Ten ostatni ciąg równości nazywamy właśnie korelacją pomiędzy zmiennymi losowymi A i B. Jest to nawet tzw. idealna lub pełna korelacja, gdyż dokonując pomiaru zmiennej losowej na jednej kostce (czyli sprawdzając, czy liczba oczek na danej ściance jest parzysta, czy nie), automatycznie dowiadujemy się, iż odpowiedni wynik dla drugiej kostki musi być przeciwny.

Nierówność Bella

Niech teraz A i A' będą dowolnymi zmiennymi losowymi równymi +1 lub –1, związanymi z kostką lewą, a B i B' – dowolnymi analogicznymi zmiennymi losowymi związanymi z kostką prawą. Przykładowo, $A=A_x$, $A'=A_y$, $B=B_x$, $B'=B_z$, lub jakakolwiek inna kombinacja tych lub jeszcze innych zmiennych losowych, byle przyjmowały jedynie wartości +1, –1. Utwórzmy następnie nową zmienną losową $C=AB+AB'+A'B-A'B'$. W naszym przykładzie oblicza się ją dla pojedynczej pary kostek poprzez policzenie oczek na ściankach odpowiadających zmiennym $A=A_x$, $A'=A_y$, $B=B_x$, $B'=B_z$, następnie wykonaniu odpowiednich działań po podstawieniu wartości zmiennych losowych, które znajdziemy dla tej konkretnej pary. Twierdzę, że jakiegokolwiek wyboru dokonamy i jakiekolwiek kombinacje plusów i minusów nam wyjdą, wartością C zawsze okaże się +2 lub –2. Dowód jest natychmiastowy. $C=AB+AB'+A'B-A'B'=A(B+B')+A'(B-B')$. Jeśli $B-B=0$, to $B+B'\neq 0$ i odwrotnie, ale wtedy człon, który jest różny od 0, wynosi +2 lub –2. Wynika z tego ważna nierówność dla wartości oczekiwanej, $-2 \leq \langle C\rangle \leq 2$. Jest to właśnie osławiona nierówność Bella, zazwyczaj podawana w postaci jawnie rozpisanej, jako

$$|\langle AB\rangle+\langle AB'\rangle+\langle A'B\rangle-\langle A'B'\rangle| \leq 2.$$

Na pierwszy rzut oka jest to nierówność bardzo ogólna, stosująca się do wszystkich zmiennych losowych przyjmujących wartości +1 i –1. Sprawdźmy, czy jest ona spełniona w eksperymencie z budzikiem, jeżeli



Rys. 2

zmiennymi *A* będą wyniki pierwszych pomiarów, a *B* – drugich. Łatwo pokazać, iż dla naszego budzika

$\langle AB \rangle = \cos \alpha_{AB}$, gdzie α_{AB} jest kątem między wskazówkami godzinowymi dla pierwszego i drugiego pomiaru. Wybierzmy teraz następujące ustawienia wskazówek godzinowych: A = 1:30, A' = 10:30, B = 12:00, B' = 3:00. Uzyskujemy średnie $\langle AB \rangle = \langle AB' \rangle = \langle A'B \rangle = \cos 45^{\circ} = 1/\sqrt{2}$, $\langle A'B' \rangle = \cos 135^{\circ} = -1/\sqrt{2}$, a więc $\langle C \rangle = 2\sqrt{2} \approx 2{,}83$, czyli sporo powyżej górnego ograniczenia narzuconego przez nierówność Bella.

Czytelnik zapewne nie jest szczególnie wstrząśnięty złamaniem kolejnej nierówności – zdążyliśmy już się przyzwyczaić do paradoksalnych własności naszego budzika. Niemniej pouczające jest zastanowienie się nad formalną przyczyną kłopotu. Tkwi ona w prawie Malusa, co widać ze wzoru $\cos \alpha = \cos^2(\alpha/2) - \sin^2(\alpha/2)$, gdzie pierwszy wyraz to suma prawdopodobieństw wyników A=+1, B=+1 oraz A= –1, B= –1; drugi wyraz odpowiada zdarzeniom A=+1, B=–1 oraz A=–1, B=+1, a uśredniamy iloczyn wyników pierwszego i drugiego pomiaru. Ponadto popełniliśmy *co najmniej* jedno nadużycie. Założyliśmy bowiem, iż to samo *B* występuje w iloczynach *AB* oraz *A'B*, a przecież *B* odpowiada pomiarowi wykonanemu po uprzednim zmierzeniu *A* lub *A'*, które to pomiary zmieniają stan budzika w zupełnie inny sposób. Bardziej prawidłowe byłoby pisanie B_A oraz $B_{A'}$, gdzie dolny indeks zaznacza rodzaj uprzedniego pomiaru. Ale wtedy mamy do czynienia ze zmienną losową $C = AB_A + AB'_A + A'B_{A'} - A'B'_{A'} = A(B_A + B'_A) + A'(B_{A'} - B'_{A'})$ i nie możemy zakładać, iż $B_A + B'_A \neq 0$ implikowane jest przez $B_{A'} - B'_{A'} = 0$, gdyż są to zupełnie inne zmienne losowe. Jedynym ograniczeniem, jakie z pewnością zachodzi, to $-4 \leq \langle C \rangle \leq 4$. W przypadku, gdy $B_A \neq B_{A'}$ mówimy, że jest *nielokalny*, określenie, które stanie się jaśniejsze w dalszej części. Bell, w swej słynnej pracy, zwrócił uwagę na tę właśnie możliwość obejścia nierówności. Zobaczymy wkrótce, czemu jest to problem o wadze zupełnie zasadniczej dla naszego rozumienia świata kwantowego.

Dwa połączone budziki

Rozpatrzmy teraz *dwa* budziki, lewy i prawy, mające wspólny mechanizm ustawiania budzenia. Chodzi o to, żeby jedna osoba była zawsze budzona 6 godzin później niż druga i żeby można to było ustawiać za jednym zamachem. Jeśli przekręcić wskazówkę budzenia na jednym zegarze np. na 5:00, automatycznie drugi ustawia się na 11:00, itd. Poza tym budziki są od siebie niezależne. Przeprowadźmy teraz na naszej parze budzików pomiary przyjmując, iż pierwszy pomiar wykonujemy na lewym budziku, a drugi na prawym. Wynik A=+1 dla ustawienia 8:11 powoduje przestawienie się żółtej wskazówki na lewym budziku z miejsca, w którym była, na 8:11. Natomiast pomiar ten powoduje przestawienie się wskazówki budzenia na prawym budziku na 2:11. Następnie dokonujemy pomiaru zmiennej *B* na prawym budziku dla ustawienia 12:33 (nawiasem mówiąc, nie da się takich pomiarów wykonać równocześnie bez zepsucia mechanizmu ustawiania budzenia). Rozumowanie dokładnie takie jak poprzednio prowadzi do prawdopodobieństw $p(8{:}11,+1) = 1/2$, $p(8{:}11,+1 \cap 12{:}33,+1) = 1/2 \sin^2(\alpha/2)$, gdzie a to kąt pomiędzy wskazówkami godzinowymi w obu eksperymentach, a średnia wykorzystywana w nierówności Bella wynosi $\langle AB \rangle = -\cos \alpha_{AB}$, więc nierówność znowu jest złamana, z przyczyn identycznych jak dla jednego budzika.

Sedno sprawy: stany splątane

Sedno sprawy tkwi w fakcie, iż dwa fotony wyemitowane w pewnych procesach atomowych prowadzą do analogicznych prawdopodobieństw, dokładniej do $\langle AB \rangle = -\cos(2\alpha_{AB})$. O parach fotonów posiadających te własność mówimy, iż są w stanie maksymalnie splątanym. Podobnie jak w wypadku jednofotonowego prawa Malusa, rolę budzików przejmują polaryzatory. Zauważamy pozorne podobieństwo dwóch takich fotonów do pary kostek do gry. Prawdopodobieństwa wyników +1 dla pierwszego pomiaru, czyli zmiennej losowej *A*, wynoszą w obu przypadkach 1 (jest taka sama szansa trafienia w nieparzystą liczbę oczek, jak w parzystą; taka sama jest szansa, że foton przejdzie przez polaryzator, jak że nie przejdzie). Jeżeli wybrać polaryzatory równolegle, to jeżeli lewy foton przez niego przejdzie, to drugi nie – i odwrotnie. Dla kostek jest tak samo: jeżeli mierzymy liczbę oczek na lewej kostce, to wynik parzysty oznacza nieparzystą liczbą na drugiej kostce. Obrotowi polaryzatora o 90 stopni odpowiada wybór przeciwległej ścianki. Tyle, że kostki nie łamią nierówności Bella, a fotony – tak.

Pytanie postawione przez Einsteina, Rosena i Podolskiego w 1935 r., a przeformułowane dla polaryzacji, znane jest dziś jako problem *zmiennych ukrytych* i brzmi następująco: Czy jest możliwe, żeby polaryzacje fotonów nie istniały w jakimś zdroworozsądkowym sensie już przed pomiarem, jeżeli mierząc polaryzację fotonu lewego i uzyskując wynik +1, wiemy *z całą pewnością*, jaki wynik *da* analogiczny pomiar przeprowadzony na drugim fotonie? Innymi słowy, czy istnieją jakieś ukryte zmienne, o których milczy mechanika kwantowa, a które odpowiedzialne są za rezultaty po

miarów przeprowadzanych na układach kwantowych? W wypadku budzika „zmiennymi ukrytymi" są kąt θ i masa m_1.

Bell udzielił odpowiedzi znanej obecnie jako twierdzenie Bella: Jeżeli polaryzacje istnieją w jakimkolwiek sensie przed pomiarem, to uzasadnione jest gdybanie, a więc powinna być spełniona nierówność Bella, chyba że dwa takie fotony przez cały czas kontaktują się ze sobą w jakiś niepojęty sposób. Dowód z pracy Bella wykorzystuje znany nam już trik, który, przeformułowany dla dwóch budzików, przyjąłby postać

$C(\theta,m_1)=A_B(\theta,m_1)B_A(\theta,m_1)+ A_{B'}(\theta,m_1)B'_A(\theta,m_1)+A'_B(\theta,m_1)B_{A'}(\theta,m_1)-A'_{B'}(\theta,m_1)B'_{A'}(\theta,m_1)= A(\theta,m_1)[B(\theta,m_1)+B'(\theta,m_1)]+A'(\theta,m_1)[B(\theta,m_1)-B'(\theta,m_1)]=\pm 2$,

gdy $A_B(\theta,m_1)= A_{B'}(\theta,m_1)= A(\theta,m_1)$ itd. (czyli zachodzi warunek lokalności zmiennych ukrytych).

Stąd pytanie: Jeżeli *A* jest mierzone na Ziemi, a *B* gdzieś w gwiazdozbiorze Centaura, to czy wciąż zachodzić będzie prawo Malusa $\langle AB\rangle = -\cos(2a_{AB})$ pozostające w sprzeczności z nierównością Bella? A jeżeli tak, to czy świat jest nielokalny, czy może nie ma żadnych zmiennych ukrytych?

W warunkach laboratoryjnych prawo to dla splątanych par fotonów sprawdził Alain Aspect z Orsay ponad 20 lat temu i wszystko się zgadza z prawem Malusa, mimo iż prędkość propagacji tajemniczego sygnału musiałaby co najmniej kilkakrotnie przekraczać prędkość światła. Szczerze powiedziawszy, nie wierzę w takie nielokalne, „telepatyczne" kontakty, chociaż – kto wie?

Gdzie szukać rozwiązania?

Jeżeli wykluczymy szybsze od światła kontakty telepatyczne, to czy pozostaje jakaś dziura w całym? Okazuje się, że jest jeszcze kilka dziur, o czym może innym razem, ale zwróćmy uwagę na jedną zasadniczą.

Zmienną losową *C* da się zmierzyć dla jednej pary kostek, ale nie dla pary budzików lub fotonów. Osobno trzeba przeprowadzać pomiary dla każdej z czterech zmiennych losowych *AB*, *AB'*, *A'B*, *A'B'*. Wynik pomiaru zmiennej *AB* uzyskany dla pierwszej pary jest zupełnie niezależny od wyniku pomiaru *AB'* dla pary kolejnej, a więc *A* w pierwszym członie sumy *AB+AB'* to nie to samo *A*, co w członie drugim. Wyciagnięcie *A* przed nawias w równości $AB+AB'= A(B+B')$ wymaga dodatkowych uzasadnień – można się spierać, czy są one „oczywiste", czy nie. Nie ulega wątpliwości, iż jeżeli założymy lokalność, to pomiar *A* nie zakłóca pomiaru *B* i oba pomiary można wykonać równocześnie na dwóch różnych fotonach z tej samej pary. Ale żeby zmierzyć *AB+AB'*, potrzebujemy pomiarów *trzech* zmiennych losowych *A*, *B* i *B'*, a fotony są *dwa*. Tak więc dwie zmienne losowe, *B* i *B'*, odnoszą się do jednego fotonu i natrafiamy na problem analogiczny do budzika gdzie, jak ustaliliśmy, sytuacja odpowiadająca rzeczywistym pomiarom prowadziła do innych prawdopodobieństw niż rozumowanie oparte na gdybaniu.

W przypadku dwóch połączonych budzików stwierdziliśmy, iż zmienne $B_{A'}-B'_{A'}$ oraz $B_A+B'_A$ są niezależne od siebie, co uniemożliwiało wyprowadzenie nierówności Bella. Wydaje się jednak, iż ograniczenie jest głębsze: możliwe jest, iż same zmienne losowe postaci $B\pm B'$ (a więc również zmienna *C* o wartościach ±2) dla polaryzatorów są logicznie *bezsensowne* również w przypadku lokalnym, nawet jeżeli za polaryzacjami kryją się jakieś elementy rzeczywistości, tak jak to miało miejsce dla budzika.

Powyższe stwierdzenie wielu moich kolegów po fachu uzna zapewne za herezję. Uważa się dość powszechnie, iż tzw. lokalny realizm, czyli połączenie lokalności z *jakąkolwiek* formą istnienia polaryzacji przed pomiarem, jest wykluczony przez rozumowanie oparte na nierówności Bella. Ja tego związku nie widzę i wcale nie zdziwię się, gdy ktoś wreszcie wymyśli przekonujący kontrprzykład do twierdzenia Bella. Przyznać wszak trzeba, iż wszystkie znane mi próby, włącznie z mymi własnymi, nie dały wyniku w pełni zadowalającego. Póki co, złamanie nierówności Bella przez pary fotonowe pozostaje zagadką.

* * *

Jeżeli udało mi się choć trochę przybliżyć Czytelnikom problemy, z którymi borykają się „mechanicy kwantowi", zawdzięczam to w dużej mierze pierwszym słuchaczom mych wariacji na temat nierówności Bella – studentom naszego Wydziału.

Czytelników zainteresowanych pogłębieniem zagadnienia odsyłam do publikacji, których najbogatszym źródłem jest archiwum elektroniczne w Los Alamos National Laboratory, http://arxiv.org/archive/quant-ph.



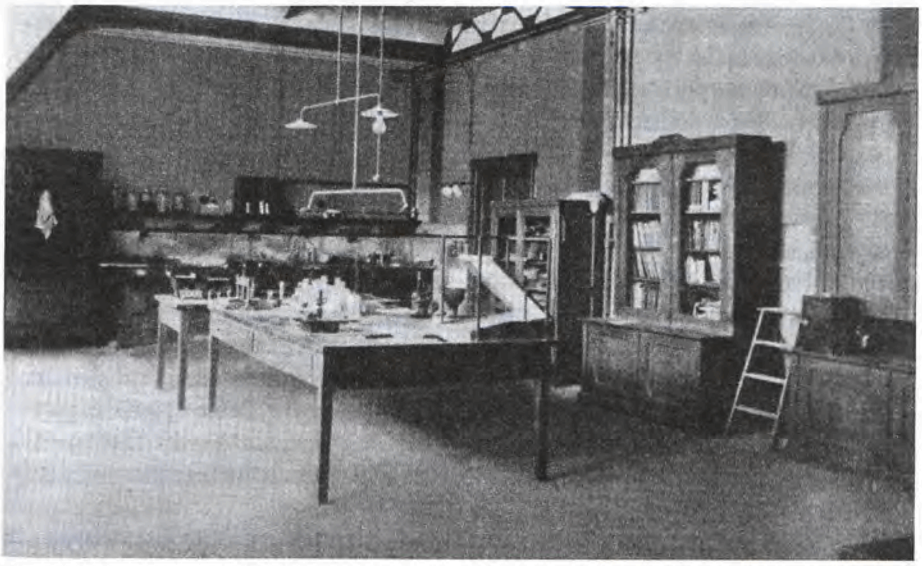
Rezonatory Helmholtza (fot. Jerzy Kulas)

Marek Czachor
Wydział Fizyki Technicznej i Matematyki Stosowanej

Wystawa jubileuszowa „100 lat fizyki i matematyki na politechnice w Gdańsku"

„Matematyka jest najpiękniejszym i najpotężniejszym tworem ducha ludzkiego. Matematyka jest tak stara, jak stary jest człowiek".
Stefan Banach

„Fizyka jest nauką przyrodniczą najbardziej podstawową i wszechogarniającą, wpływ zaś jej na rozwój innych nauk przyrodniczych był i jest ogromny".
Richard P. Feynman



Pracownia w Instytucie Fizyki (Die Technische Hochschule Danzig, Berlin-Halensee 1930 r.) Ze zbiorów Pracowni Historii PG

Przytoczone sentencje, dotyczące dwu uniwersalnych nauk, stanowiły motto wystawy poświęconej stuleciu obecności i rozwoju fizyki i matematyki w politechnice od chwili jej uroczystego otwarcia jako Königlische Technische Hochschule w 1904 do 1945 roku, a następnie ich historii w powojennej Politechnice Gdańskiej. Wystawa jubileuszowa: ***„100 lat matematyki i fizyki na politechnice w Gdańsku"***, zorganizowana przez Wydział Fizyki Technicznej i Matematyki Stosowanej oraz Bibliotekę Główną Politechniki Gdańskiej, towarzyszyła Inauguracji Roku Akademickiego 2003/04 i została uroczyście otwarta przez JM Rektora PG prof. Janusza Rachonia 1 października 2003 roku.

Obydwie dziedziny od wieków zajmowały szczególne miejsce w tradycjach naukowych Gdańska. Od 1743 istniało w Gdańsku jedno z pierwszych towarzystw naukowych *„Societas Physicae Experimentalis"*, później działające jako *„Naturforschende Gessellschaft"*. Jego celem było prowadzenie i popularyzacja badań z zakresu fizyki eksperymentalnej, a głównym przedmiotem zainteresowań badawczych miały być nauki przyrodnicze i matematyczne.

Dzisiaj możemy podziwiać unikatowy zbiór starodruków – część bezcennego księgozbioru Towarzystwa Przyrodniczego, przekazanego w 1923 politechnice i pieczołowicie przechowywanego w Bibliotece Głównej PG.

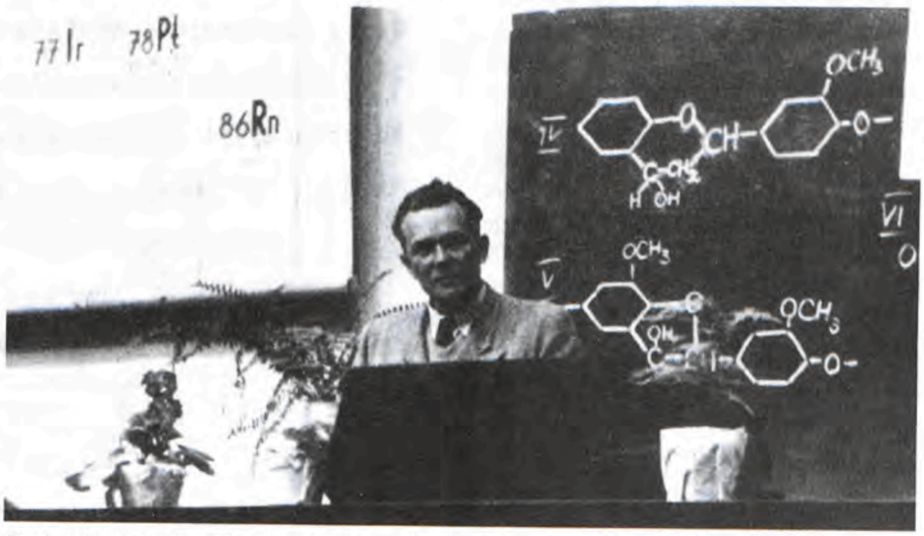
Prezentowana wystawa poświęcona stuletniej tradycji rozwoju matematyki i fizyki w politechnice, w sposób chronologiczny zaprezentowała w kilku grupach tematycznych historię i kolejne etapy rozwoju obu dziedzin w różnych okresach istnienia uczelni, od początków jej powstania do czasów współczesnych.

100-letnia tradycja rozwoju tych nauk, to nie jedyny jubileusz. We współczesną historię Wydziału w roku 2004 wpisały się kolejne daty: XXX rocznica rozpoczęcia kształcenia na kierunku Fizyka Techniczna, XX rocznica Wydziału Fizyki Technicznej i Matematyki Stosowanej i wreszcie 5-lecie kształcenia na kierunku Matematyka. Wielokrotny jubileusz stał się okazją do zaprezentowania historii, rozwoju i dorobku Wydziału.

Na wystawie, obok materiałów i dokumentów najnowszych, zaprezentowano zabytkowe zbiory, dokumenty, fotografie, oryginalne materiały i eksponaty. Dawne i rzadko oglądane urządzenia i przyrządy, z których niejeden ma swoje własne, barwne dzieje, pieczołowicie przechowywane na Wydziale Fizyki oraz w Pracowni Historii PG. Wystawa była również okazją do zaprezentowania licznych wydawnictw ze zbiorów Biblioteki Głównej PG.

Rok 1904...

W części obejmującej najdawniejsze dzieje zaprezentowano historię Instytutu Fizyki, który istniał od momentu powstania politechniki w 1904 r. i organizacyjnie wchodził w skład ówczesnego Wydziału Nauk Ogólnych. Pokazano sylwetki najwybitniejszych profesorów fizyki i matematyki związanych z uczelnią do 1945 roku. Przedstawiono ich biogramy, kierunki zainteresowań badawczych oraz dorobek naukowy.



Prof. Adamczewski podczas wykładu (ze zbiorów Pracowni Historii PG)

Galerię rozpoczął pierwszy rektor Königlische Technische Hochschule Hans v. Mangoldt, profesor politechniki w l.1904-25, wybitny matematyk, specjalista w zakresie teorii liczb, który pozostawił „funkcję Mangoldta". Na wystawie zaprezentowano m.in. jego wydawnictwo dotyczące politechniki z 1904 r., rękopis cieszącego się dużą sławą podręcznika oraz jego wydanie z 1914 r.

Wśród wybitnych fizyków tamtego okresu czasu zostali zaprezentowani działający na początku wieku, m.in.:

- pierwszy profesor zwyczajny fizyki w l.1904-11 w Gdańsku, przybyły z Aachen Max Wien, którego zainteresowania naukowe podczas pracy w Gdańsku obejmowały zagadnienia z zakresu elektrotechniki wysokich częstotliwości, w szczególności zagadnienia związane z emisją i odbiorem fal elektromagnetycznych;
- współpracownik i następca Wiena na stanowisku profesora zwyczajnego fizyki prof. Jonathan Zenneck, który pozostał w Gdańsku do roku 1913. Do jego głównych osiągnięć należało: uruchomienie pierwszego połączenia radiowego dla celów nawigacyjnych (1899-1900);
- profesor zwyczajny fizyki Friedrich Krüger, wcześniej wykładowca chemii fizycznej. Prowadzone przez niego badania naukowe koncentrowały się na zagadnieniach z zakresu elektrochemii, hydrodynamiki i akustyki.

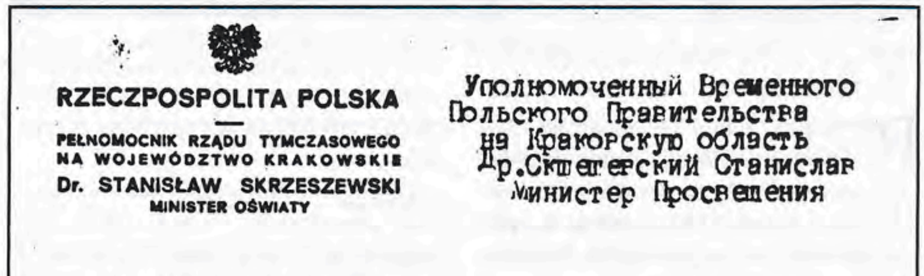
W okresie po pierwszej wojnie światowej swoją dzialność naukową prowadzili w Gdańsku m.in. zaliczani do grona najwybitniejszych fizyków:

- przybyły w roku 1921 z Heidelbergu Carl Ramsauer, profesor zwyczajny fizyki na politechnice do 1928, odkrywca zjawiska, któremu nadano jego imię „efektu Ramsauera". Z jego inicjatywy rozpoczęto rozbudowę Instytutu Fizyki, dzięki której w 1929 roku powstała największa i nowoczesna sala wykładowa na (400 miejsc) – Auditorium Maximum oraz naukowe i studenckie laboratoria;
- Walther Kossel, profesor zwyczajny fizyki doświadczalnej w l. 1932 – 1945, badacz rentgenowskich widm kryształów i twórca teorii wiązań, odkrywca efektu interferencji promieniowania rentgenowskiego wytwarzanego wewnątrz kryształów, nazwanego „efektem Kossela-Möllenstedta" oraz należący do kadry założycieli pierwszej gdańskiej uczelni:
- Eberhard Buchwald, przybyły z Wrocławia profesor zwyczajny fizyki teoretycznej na politechnice w Gdańsku w l. 1923-45. Rektor politechniki w roku akademickim 1929/30. Znany jako doskonały wykładowca o szerokich zainteresowaniach naukowych i humanistycznych, naukowo zajmował się głównie optyką. Za osiągnięcia naukowe został uhonorowany medalem Maksa Plancka.

W gronie matematyków, działających w tym okresie, znaleźli się m.in.:

- Juliusz Sommer, profesor nadzwyczajny matematyki w politechnice w Gdańsku od 1904 do 1937 roku. W roku akademickim 1924/25 rektor tej uczelni. W swoich badaniach naukowych specjalizował się w geometrii Hilberta. W 1907 roku wydał obszerną monografię zawierającą wykłady z teorii liczb oraz wprowadzenie do teorii ciał algebraicznych;
- Ernst Pohlhausen, profesor matematyki, specjalista w dziedzinie aerodynamiki. Rektor Technische Hochschule w l. 1934-41, którego kadencja zapisała się w polskiej pamięci wystąpieniami antypolskimi w 1939 roku i wydaleniem polskich studentów z uczelni.

W tej części wystawy w gablotach zostały zaprezentowane m.in. dawne programy i składy osobowe z l. 1904-1945, które przybliżały ówczesną strukturę Instytutu oraz tematykę wykładów, oraz liczne prace, artykuły i publikacje, w tym wiele z początku wieku. Przedstawione zdjęcia prezentowały ówczesne wnętrza pracowni i laboratoriów oraz aparaturę badawczą. Wśród eksponatów znalazły się liczne unikatowe urządzenia i aparatura z przedwojennego wyposażenia ówczesnego Instytutu Fizyki, w tym wyposażenie stanowisk badawczych. Szczególne zainteresowanie budziły dawne urządzenia, jak: busola stycznych do pomiaru składowej natężenia pola magnetycznego Ziemi, analizator dźwięku oparty na rezonatorach Helmholtza, induktor ziemski i inne, oraz dawne meble z pierwszego wyposażenia Instytutu Fizyki. Ciekawostkę stanowił egzemplarz repetytorium z fizy-



RZECZPOSPOLITA POLSKA
PEŁNOMOCNIK RZĄDU TYMCZASOWEGO NA WOJEWÓDZTWO KRAKOWSKIE
Dr. STANISŁAW SKRZESZEWSKI
MINISTER OŚWIATY

Уполномоченный Временного Польского Правительства на Кракорскую область Др.Скшегерский Станислав Министер Просвещения

Delegacja służbowa.

Служебное назначение

Deleguje się ob. Turskiego Stanisława jako Kierownika Grupy Operacyjnej Ministerstwa Oświaty na miasto Gdańsk do dyspozycji Pełnomocnika Rządu.

Гр.Турский Станислав есть Начальником Опер-Группы Мин.Просвещения на город Гданьск и должен явится у Уполномоченного Правительства.

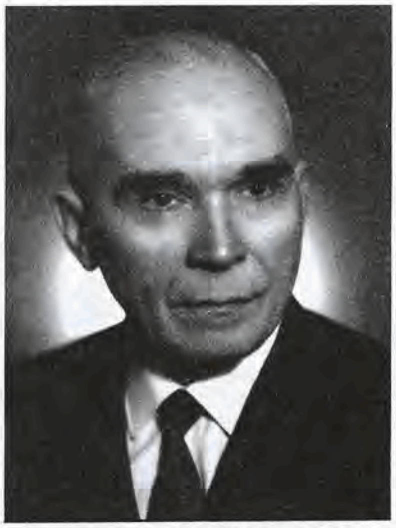
Pełnomocnik Rządu.

Уполномоченный Правления

Kraków, dnia 14. lutego 1945.

Краков, дн.14.2.1945

Fotokopia „Delegacji służbowej" Stanisława Turskiego – 14 lutego 1945 r.



Prof. zw. mgr inż. d.h.c. PG Franciszek Otto, ur. 1904 – geometria wykreślna (ze zbiorów Pracowni Historii PG)

ki, pochodzący z biblioteki polskiej korporacji „Helania" oraz indeks polskiego studenta z wpisami zaliczonych wykładów z fizyki i matematyki w roku akademickim 1929/30.

Druga wojna zamknęła ten okres działalności uczelni, zakończony przekształcaniem politechniki w styczniu 1945 roku w szpital wojenny i opuszczeniem uczelni przez kadrę. W wyniku zarządzonej ewakuacji politechniki, pracownicy i studenci Instytutu Fizyki, wraz ze sprzętem doświadczalnym oraz częścią księgozbioru biblioteki Instytutu, znaleźli się na terenie Niemiec. 26 marca 1945 politechnikę opuścił ostatni niemiecki rektor – prof. E. Martyrer.

1945...

Kolejna część wystawy prezentuje historię powojennej uczelni, która przekształcona Dekretem Rady Ministrów z dnia 24 maja 1945 r. w polską państwową szkołę akademicką zaczęła nowy etap życia naukowego.

Poprzez oryginalne dokumenty, fotografie, biogramy, wydawnictwa ukazane zostały pionierskie czasy budowania uczelni od podstaw, powstanie i działalność pierwszych katedr oraz sylwetki wybitnych profesorów.

Trudne początki tworzenia od podstaw polskiej uczelni wiążą się z nazwiskami wybitnych matematyków i fizyków. Już w pierwszej 5-osobowej grupie operacyjneja Ministerstwa Oświaty na miasto Gdańsk, która przybyła do zniszczonego, wypalonego Gdańska, znajdował się matematyk dr Stanisław Turski (późniejszy rektor PG), który kierował grupą, oraz inż. Franciszek Otto, specjalista w zakresie geometrii wykreślnej. 5 kwietnia 1945 grupa jako pierwsza weszła na teren opuszczonej uczelni i przystąpiła do odbudowy oraz uruchomienia politechniki.

Pierwszym fizykiem, który w sierpniu 1945 r. przyjechał do Gdańska, był Ignacy Adamczewski, uznany światowy autorytet z zakresu przewodnictwa elektrycznego ciekłych dielektryków, wychowawca kilku pokoleń fizyków. To właśnie pierwszy wykład z fizyki, wygłaoszony przez prof. I. Adamczewskiego 22 października 1945 r. w sali Auditorium Maximum dla studentów trzech Wydziałów: Chemicznego, Architektury oraz Inżynierii Lądowej i Wodnej, został formalnie uznany za datę powstania Politechniki Gdańskiej. Datę, godziny i temat wykładu potwierdzały odręczne notatki profesora, prezentowane na wystawie obok wykazu tematów wykładów z tamtego okresu.

Na wystawie zaprezentowano początki utworzonych w Politechnice Gdańskiej Katedr Matematyki i Fizyki, pierwsze lata działalności oraz ich rozwój. Zaprezentowano najwybitniejsze sylwetki kierowników katedr, ich biogramy, kierunki prac badawczych i dorobek naukowy.

Katedry Fizyki...

Już w połowie sierpnia 1945 r. powstała pierwsza Katedra Fizyki, utworzona i kierowana przez prof. Ignacego Adamczewskiego. 21 września otrzymał on oficjalną nominację na kierownika II Katedry Fizyki, którą kierował do roku 1969. Jednocześnie objął też kierownictwo Zakładu Fizyki Medycznej Akademii Medycznej w Gdańsku. Ten okres działalności organizacyjnej i naukowej prezentują liczne publikacje, bogaty zbiór fotograficzny oraz dokumenty.

Z I Katedrą Fizyki, powołaną w listopadzie 1945 r. przy uruchamianym właśnie Wydziale Mechanicznym, związane były tak wybitne nazwiska kolejnych kierowników Katedry, jak:

- pierwszy kierownik prof. Mieczysław Wolfke, były profesor Politechniki Warszawskiej, jeden z najwybitniejszych fizyków okresu przedwojennego, uczony światowej sławy, współodkrywca dwu odmian helu i prekursor holografii;
- prof. Arkadiusz Piekara, sprowadzony z Poznania wybitny fizyk i błyskotliwy dydaktyk, kierownik Katedry od 1946 do 1952 r. Tematyka badań naukowych prowadzonych pod kierunkiem prof. A. Piekary obejmowała polaryzację dielektryczną w cieczach dipolowych, ferroelektryki oraz efekty elektrooptyczne w dielektrykach;
- prof. Włodzimierz Mościcki, przybyły z Uniwersytetu Poznańskiego, od 1954 kierownik Katedry, który zainicjował badania naukowe w dziedzinie geochronologii, a zwłaszcza w dziedzinie datowania znalezisk organicznych za pomocą izotopu C-14. Z jego inicjatywy, uruchomiono przy ówczesnym Wydziale Łączności, na bazie obu Katedr Fizyki, specjalność Fizyka Techniczna, która stała się zaczątkiem utworzonego w wiele lat później Wydziału Fizyki Technicznej i Matematyki Stosowanej.

Pierwsi matematycy...

Rok 1945, to również początki matematyki w Politechnice Gdańskiej. Do grona ludzi, którzy w warunkach powojennej rzeczywistości podjęli organizację nauczania matematyki, a następnie rozbudowali i umocnili powstałe katedry, należą przede wszystkim prof. Stanisław Turski oraz prof. Franciszek Otto, a następnie prof. Wacław Pawelski, prof. Eustachy Tarnawski, doc. Bronisław Czerwiński, prof. Piotr Besala.

Zaprezentowane unikatowe dokumenty i materiały ukazały sylwetkę prof. Stanisława Turskiego jako organizatora życia uczelni w pierwszych latach jej działalności, ale również jego udział w tworzeniu i działalności utworzonych w Politechnice Gdańskiej katedr matematyki. W 1945 r. prof. Stanisław Turski, wybitny specjalista w dziedzinie równań różniczkowych, matematycznej teorii sprężystości i metod numerycznych, objął kierownictwo I Katedry Matematyki, która powstała we wrześniu tego roku na Wydziale Inżynierii Lądowej i Wodnej. Jej pracami kierował do 1949 r. Od września 1949 roku kierownictwo Katedry objął dr Wacław Pawelski.

Pod kierownictwem prof. dr. Stanisława Turskiego działała również II Katedra Matematyki, powołana przy Wydziale Mechanicznym w 1945 roku.

Z III Katedrą Matematyki, powołaną w 1951 roku przy Wydziale Chemicznym, wiąże się nazwisko pierwszego jej kierownika, wybitnego matematyka prof. Eustachego Tarnawskiego. Przybywając już w maju 1945 do Gdańska, zajął się organizacją szkolnictwa zawodowego w Okrę-

gu Gdańskim. Potem związał się z Politechniką Gdańską.

Postacią, która na trwałe wpisała się w historię Politechniki Gdańskiej, był również prof. Franciszek Otto, specjalista geometrii wykreślnej i perspektywy malarskiej, wychowawca licznej kadry inżynierów i specjalistów geometrii wykreślnej. Na wystawie prezentowane były, napisane wspólnie z bratem Edwardem: podręcznik *Geometria wykreślna* oraz dwutomowy *Zbiór zadań z geometrii wykreślnej* – opracowania, które doczekały się wielu wydań.

W październiku 1945 r. prof. Franciszek Otto objął kierownictwo Katedry Geometrii Wykreślnej przy Wydziale Architektury oraz Inżynierii Lądowej i Wodnej.

Wśród prezentowanych w tej części wystawy eksponatów i materiałów szczególna uwagę zwracają fragmenty rękopisów, odręczne notatki, stare przybory, pierwsze skrypty od 1946 roku wydawane przez Komisję Wydawniczą Bratniej Pomocy Politechniki Gdańskiej, wówczas jedyne podręczniki i bezcenna pomoc dydaktyczna, a także liczne naukowe.

Międzywydziałowe Instytuty: Fizyki i Matematyki

Kolejny rozdział wystawy to prezentacja historii Międzywydziałowych Instytutów Fizyki i Matematyki. Ustawa z 13 marca 1969 roku wprowadziła zasadnicze zmiany w strukturze uczelni. W wyższych uczelniach zlikwidowano katedry i wprowadzono na ich miejsce instytuty, które rozpoczęły działalność od 1 października tego roku. Na Politechnice Gdańskiej powstał Międzywydziałowy Instytut Fizyki, którego pierwszym dyrektorem został prof. Ignacy Adamczewski. W tym czasie zaczęły się rozwijać badania naukowe w dziedzinie fizyki ciała stałego oraz fizyki molekularnej.

Powstał również Międzywydziałowy Instytut Matematyki. Pierwszym dyrektorem Instytutu został prof. Piotr Besala.

W dziedzinie dydaktyki najważniejszym wydarzeniem było wznowienie w roku 1973 studiów na specjalności Fizyka Techniczna, jako reakcja na wzrastające zapotrzebowanie na fizyków ze strony przemysłu oraz instytutów przemysłowo-badawczych, co z czasem umożliwiło powołanie w Politechnice Gdańskiej nowego wydziału.

Wydział Fizyki Technicznej i Matematyki Stosowanej

Kolejna część ekspozycji poświęcona została współczesnej historii Wydziału, ukazując jego powstanie oraz dynamiczny rozwój w okresie dwudziestolecia istnienia. Utworzony w roku 1984 Wydział Fizyki Technicznej i Matematyki Stosowanej w chwili powstania dzielił się na 9 katedr. Na wystawie zaprezentowana została tematyka badań naukowych, która obejmowała: fizykę ciała stałego, fizykę molekularną, mechanikę płynów, analizę matematyczną, równania różniczkowe, metody numeryczne i rachunek prawdopodobieństwa, a także rozwój oraz dorobek kadry naukowej.



Uroczyste otwarcie wystawy jubileuszowej „100 lat fizyki i matematyki na politechnice w Gdańsku"

Tę część wystawy zamknęła Galeria Dziekanów Wydziału, którą otwierał pierwszy dziekan Wydziału – doc. Andrzej Januszajtis, następnie prezentowani byli kolejno: prof. Jan Kalinowski (od 1986 r.), prof. Mieczysław Chybicki (od 1990 r.), prof. Czesław Szmytkowski (od 1993 r.), prof. Henryk Sodolski (od 1996 r.) oraz obecnie pełniący tę funkcję od 2002 r – prof. Jan Godlewski.

Dzisiaj...

Nie zabrakło rzeczy najnowszych. Na wystawie zaprezentowana została współczesność WFTiMS. Przedstawiono aktualną strukturę Wydziału, dzielącego się obecnie na 8 katedr, których nazwy pochodzą od specjalności naukowo-badawczych. Przedstawione zostały kierunki i tematyka badań prowadzonych we wszystkich katedrach oraz współczesny dorobek pracowników Wydziału i udział w życiu naukowym. Obok kierunków badań i kształcenia na Wydziale, pokazana została, poszerzona ostatnio, oferta dydaktyczna.



Wystawa jubileuszowa „100 lat fizyki i matematyki na politechnice w Gdańsku". Fot. Piotr Manasterski

Z życia Wydziału

Odrębną i wyjątkową część wystawy stanowił fragment obejmujący szeroką panoramę życia i działalności Wydziału na przestrzeni ostatnich lat. Dzięki bardzo bogatemu zbiorowi zgromadzonych fotografii, można było prześledzić galerię postaci związanych z Wydziałem, historię wydziałowych wydarzeń, ale również imprez i aktywności studenckich. Ekspozycja podzielona na części tematyczne, kolejno zatytułowane: *Nasi prorektorzy, Nasi profesorowie, Nasi pracownicy, Dni Fizyki, Życie studenckie, Otrzęsiny, Przy pracy i zabawie, Na turystycznych szlakach*, stała się szczególnym zapisem czasu, historii i dziejów Wydziału, który budził zainteresowanie, a czasem wzruszenie, nie tylko jego pracowników, ale również wszystkich zwiedzających wystawę.

Barbara Ząbczyk-Chmielewska
Biblioteka Główna

Komisarz wystawy:
Bogumiła Strzelecka

Scenariusz i opracowanie:
Barbara Ząbczyk-Chmielewska, Waldemar Stampor
Projekt i opracowanie plastyczne:
Elżbieta Garwacka
Współpraca merytoryczna: Krystyn Kozłowski, Henryk Sampławski, Radosław Szmytkowski

Na wystawie wykorzystano fotografie i materiały ze zbiorów: Pracowni Historii Politechniki Gdańskiej, Wydziału Fizyki Technicznej i Matematyki Stosowanej oraz ze zbiorów prywatnych.

Czemu powinna służyć matematyka na politechnice?

Na postawione pytanie udzielmy od powiedzi od razu: matematyka na politechnice powinna służyć temu, czemu służy każda politechnika – kształceniu i przygotowaniu do życia dobrego specjalisty o szerokim zasięgu możliwości, oraz osiągnięciu nowych rezultatów w naukach stosowanych. Nie powinno to jednak na politechnice szczelnie zamykać drzwi do rozwoju samej matematyki. Wyjaśnijmy to szerzej.

Nauka, jak wiadomo, jest jednocześnie środkiem i rezultatem poznania rzeczywistości. Oznacza to, iż rola nauki w życiu społeczeństwa stopniowo się zmienia i jest obecnie inna, niż np. sto lat temu. Pierwsza podstawowa różnica polega na tym, że nauka stała się mocną gałęzią produkcji globalnej. Drugą wyraźną cechą zmian zachodzących w nauce jest zwiększanie roli matematyki w analizie naukowej.

Badając obiekty otaczającego nas świata, szukamy odpowiedzi na pytania, jak są one zbudowane i jak działają. Obserwując różnorodne zjawiska, zastanawiamy się nad przyczynami ich powstania i kierunkami rozwoju. Przystępując do projektowania urządzeń technicznych, chcemy uczynić to jak najlepiej. Udzieleniu odpowiedzi na podobne pytania i określeniu najlepszych kierunków działań służy w wielu wypadkach matematyka. Dzięki jej uniwersalności, badanie matematyczne stało się nieodzowne w dziedzinach, które od matematyki były wcześniej bardzo odległe. Przydatność matematyki tłumaczy się również tym, że każde prawo zapisane w jej języku staje się narzędziem prognozowania, co otwiera drogę do przewidywania. To zaś jest ważnym elementem każdego badania naukowego.

Zwykły inżynier kojarzy jednak często matematykę z formalną analizą, w której nie ma miejsca na wnioskowanie przez analogię, oraz intuicją – do których jest przyzwyczajony, i którym ufa. Rozumowanie to jest słuszne, lecz jednak nie do końca.

Tradycyjna matematyka rzeczywiście oparta jest na analizie formalnej, której podstawą jest układ aksjomatów. Powinien on być ułożony poprawnie i spełniać wymogi związane ze skutecznością postępowania dedukcyjnego. Współmierność postulatów realnej rzeczywistości zwykle pozostaje na marginesie. Na podstawie aksjomatów metodą dedukcji tworzy się dalej cała gałąź matematyki. Wnioski z postulatów powinny być jednoznaczne. Bezwarunkowo przekonujące są wówczas, gdy są przedstawione w postaci twierdzeń.

Oczywiste jest, że logika ta sprzyja wewnętrznemu rozwojowi matematyki, jednak zupełnie nie służy wykorzystaniu rezultatów w innych dziedzinach (ważne są one, a nie ich interpretacja). Obojętność ta prowadzi niekiedy do opinii, że matematyk powinien zachowywać „czyste ręce". Jest to duża przeszkoda przy współpracy inżyniera z matematykiem.

Długotrwałe wysiłki w kierunku zastosowań matematyki w fizyce, technice, ekonomii, biologii itp. doprowadziły do wyodrębnienia i rozwoju najbardziej skutecznych metod, stanowiących w naszych czasach treść matematyki stosowanej. Różni ją od tradycyjnej inny cel i swoisty charakter postępowania. Rozumowania w matematyce stosowanej nie tyle są dedukcyjne, ile racjonalne. Precyzyjność matematyki tradycyjnej jest tu nieosiągalna, a przekonanie intuicyjne i zdrowy rozsądek służą często jako kryterium prawdziwości rezultatów. Warto zauważyć, że nie jest to wada, lecz źródło szczególnej siły matematyki stosowanej.

Zastosowania narzucają również wymogi, które w tradycyjnych badaniach matematycznych uważane są za drugorzędne. Zadanie powinno być rozwiązane nie tylko poprawnie, lecz w określonym czasie i oszczędnie, ponadto zrozumiałe dla odbiorcy i zdatne do wykorzystania. Nieprecyzyjność rozwiązania musi odpowiadać charakterowi problemu itp. Realizacja tych wymagań składa się na tak zwaną optymalność rozwiązania.

Podstawowym pojęciem matematyki stosowanej jest model, odzwierciedlający główne charakterystyki badanego obiektu. W zależności od celu badań, ten umowny obraz obiektu może być przedstawiony w postaci funkcji, macierzy, układu równań i nierówności itp. Jest on o tyle znaczący, iż można nawet powiedzieć, że matematyka stosowana jest to nauka o tworzeniu, analizie, interpretacji i udoskonalaniu modeli matematycznych. Zwykle wyodrębniamy następujące etapy modelowania: 1) wyłonienie wyjściowych założeń i roboczej hipotezy; 2) sformułowanie zadania w postaci matematycznej (utworzenie modelu); 3) dobór metody analizy modelu; 4) analiza i interpretacja modelu; 5) oszacowanie zgodności rezultatów z rzeczywistym stanem obiektu i wnioskowanie; 6) korygowanie albo przebudowa modelu.

Model matematyczny jest produktem myślenia formalnego i nieformalnego.

Jego konkretne znaczenie nie jest już obojętne, ponieważ właśnie w tej przesłance zawarta jest informacja o naturze badanego zjawiska. Jest on podstawą całej dalszej analizy matematycznej. Pomimo obiektywności samego modelu, w procedurze modelowania obecne są również elementy subiektywne. Zbędna formalizacja na tym etapie nie jest obowiązkowa. W końcu celem nauki jest ujawnienie prawdy, a nie jej ukrywanie.

Tworzenie modelu jest procedurą niejednoznaczną, w dużym stopniu zależną od możliwości badacza, jego wiedzy i inteligencji. W tej sprawie matematyk powinien brać pod uwagę ogół okoliczności, wpływających na jakość modelu. Bezwarunkowe są jednak dwie rzeczy: głębokie zrozumienie modelowanego obiektu (zjawiska, procesu) oraz dobre posługiwanie się metodami matematycznymi.

Zleceniodawca zainteresowany przeprowadzeniem badań zwykle nie tylko nie posiada umiejętności matematycznych, lecz nie jest w stanie sformułować zadania. Najczęściej czyni on to w „postaci naiwnej", np. „Z rurociągu na skutek awarii wylała się na ziemię ropa naftowa. Co z nią będzie dalej?" (a chodzi mu tutaj o oczyszczenie gleby metodą mikrobiologiczną), albo: „Jak mam zarządzać firmą, aby mieć największy zysk?" (trzeba się domyślać, iż idzie o plan produkcyjny, albo czas wykonania kompleksu czynności), lub: „Jak zbudować dyszę rakietową, aby wytrzymała ona temperaturę 4000°C ?" (wiadomo, że każdy materiał istniejący na Ziemi w tej temperaturze ulega spaleniu) itp.

Od takiego postawienia zadania do modelu matematycznego (a co za tym idzie – do jego analizy i wyciągnięcia wniosków) jest długa droga. Ma ona być przebyta przez matematyka samodzielnie, albo razem z przedstawicielem innej branży naukowej. Dobra znajomość przedmiotu modelowania oraz umiejętność porozumiewania się są w tej drodze konieczne tak dla matematyka, jak i dla współtwórcy modelu. Zatem każdy absolwent politechniki powinien znać nie tylko podstawy matematyki wyższej, ale i dzisiejsze jej możliwości w rozwiązywaniu problemów, jak również podstawy modelowania matematycznego. Specjalista od matematyki stosowanej powinien oprócz tego dobrze znać całą strukturę matematyki, jak również jej związki z innymi naukami. Właśnie temu powinna służyć dydaktyka matematyki na każdej uczelni technicznej.

Warto pamiętać, że przyzwyczajenie do poznania i myślenia jest ważniejsze od wielu wykutych na pamięć algorytmów i reguł. Sama wiedza do działania nie wystarczy. Potrzebna jest również umiejętność zagłębiania się w istotę sprawy i chęć do samodzielnego działania. Celem studiowania nie jest przecież zapychanie głowy regułami, lecz uaktywnienie zdolności studenta oraz przyzwyczajanie go do poszukiwania dróg prowadzących do rozwiązania zadania, nawet gdy ono nie odpowiada znanym regułom i schematom. Samo zaś studiowanie matematyki nie powinno sprawiać poczucia bezradności i braku wiary we własne możliwości. Powinno ono wpajać poczucie pewności i nasuwać chęć pracy twórczej.

Jurij Głazunow
Wydział Fizyki Technicznej i Matematyki Stosowanej

Tabletka na Alzheimera

czyli takie sobie uwagi o matematyce i jej nauczaniu

To, co wiemy, jest kroplą. Zapominamy morze. (Przysłowie łacińskie)
W każdej wiedzy jest tyle prawdy, ile jest w niej matematyki. (Immanuel Kant)

Jestem tzw. „ panią od matematyki" i od bardzo wielu lat uczę jej na Politechnice Gdańskiej. Prowadziłam już zajęcia na większości wydziałów. W czasie nauczania matematyki przeżyłam różne, nawet dziwne, sytuacje, jak „wywiadówka z rodzicami" czy „hospitacja zajęć przez władze uczelni". Trudno byłoby mi więc nie skorzystać z nadarzającej się okazji i nie podzielić się swoimi spostrzeżeniami i poglądami. Być może będą one miały charakter subiektywny. Usprawiedliwia mnie fakt, że nauczanie matematyki jest moją pasją.

Tytuł moich impresji powstał w związku z sytuacją związaną z nauczaniem matematyki, jaka zaistniała w ostatnich latach. Mam wrażenie, że aby dobrze nauczać matematyki, powinnam wynaleźć tabletkę na „Alzheimera matematycznego". Odwołując się do wiadomości ze szkoły średniej czy podstawowej, napotykam „mur niepamięci". Zakres wiedzy i umiejętności z roku na rok maleje. Zgadzam się z prof. Łukaszem Turskim, który w artykule pt.: „Krzemowa pustynia" napisał, że trygonometria stanie się wkrótce nauką tajemną. Niestety, takich tajemnic ciągle przybywa. Absolwenci szkół średnich rozpoczynający studiowanie na kierunkach technicznych w Politechnice są często przekonani, że do poznania matematyki wyższej nie jest im potrzebna algebra, trygonometria czy geometria szkolna. Zapominają, że matematyka wyższa to I piętro wiedzy matematycznej. Nie można jednak zbudować I piętra bez parteru, a i dobry fundament jest niezbędny.

Częstym pytaniem, z którym się spotykam, jest „Do czego to mi się przyda?". Znajomość rachunku różniczkowego i całkowego nie jest bezużyteczną ozdobą, tzw. „kwiatkiem do kożucha wykształcenia". Oprócz wielu zastosowań w naukach technicznych (i nie tylko) jest to staranny trening dyscypliny umysłowej. Wyklucza ona wszelką tendencję do niejasności, uczy sprowadzania każdego problemu do najbardziej zrozumiałej i najprostszej postaci. Odzwierciedla to nie tylko zdolności ucznia, ale i wyniki jego pracy. Wiele faktów można sobie wyjaśnić samemu, mając pewien zasób wiedzy.

Ma to również pewne znaczenie psychologiczne.

Ciągle jednak trwa wojna między potrzebą znajomości tylko podstawowych technik obliczeniowych (czytaj: wzorów) a zrozumieniem podstawowych pojęć i twierdzeń (czytaj: teorii). Dość często studenci oczekują tylko niezbędnego zestawu wzorów i procedur obliczeniowych bez objaśnienia ich. A więc chcą otrzymać takie rozszerzone tablice. Wykłady są dla nich nużące, bo ciągle tkwi w nich uczeń, który tylko liczył zadania. Trudno jest ich przekonać o potrzebie znajomości teorii. Sądzę, że najwyższy czas pogodzić się z dwoistością matematyki. Jest potrzeba zarówno gromadzenia narzędzi, jak i ich dobrego poznania. Można podać bardzo wiele przykładów teorii matematycznych, które wydawały się tylko treningiem umysłowym. I tak np. teoria węzłów (brak praktycznego zastosowania w chwili tworzenia) w 1980 r. okazała się bardzo pomocna przy badaniu cząstek DNA. Cząstki te, które zwykle wyobrażamy sobie w kształcie spirali, często zaplątują się, tworząc wę-

zły. Teoria węzłów pomaga zanalizować właściwości takich DNA. Tak samo Radon, pisząc pracę „O wyznaczaniu funkcji na podstawie ich całek wzdłuż rozmaitości", nie myślał o zastosowaniu praktycznym. Po kilkudziesięciu latach odkrycie Radona znalazło zastosowanie w astronomii, biologii molekularnej, medycynie (tomografia komputerowa). Natomiast twierdzenie Eulera z teorii liczb stało się podstawą zbudowania tajnego szyfru. To są tylko mniej znane fakty potwierdzające zastosowanie teorii matematycznych w praktyce.

Nie wspomniałam tu o równaniach różniczkowych czy różnicowych, które są narzędziem badań, nie tylko w naukach technicznych, ale i przyrodniczych. Obecnie są próby ich zastosowań w medycynie. Przekonałam się o tym, gdy byłam opiekunem 2 prac licencjackich na kierunku „Matematyka Stosowana". Były to „Model Zeemana pracy serca" i „Układ równań Lotki–Volterry w immunolgii". No cóż, matematyka może wyjaśnić wiele zagadnień, których zazwyczaj nie uważamy za matematyczne.

Krótko mówiąc, matematyka jest dziedziną ważną (jedną z najważniejszych nauk), a edukacja jej jest niezbędna dla wytłumaczenia wielu zjawisk współczesnego świata. Nauczanie matematyki powinno dawać możliwości zarówno obliczeniowe, jak i umożliwiające rozwiązanie problemów nierutynowych oraz porozumiewanie się językiem matematyki w mowie i piśmie. Niestety, po szkole średniej takie umiejętności są niewielkie. Trudno jest wytworzyć je w krótkim czasie nauczania na studiach.

Sądzę, że o nauczaniu matematyki na poziomie wyższym mówi się co pewien czas i nic z tego nie wynika. Jest to ciągle zbiór „pobożnych życzeń".

Zdolności analityczne, jakich wymaga matematyka, przydają się wszędzie. To sprawia, że w Stanach Zjednoczonych (p. Sherman K. Stein „Potęga liczb") studenci o pewnym przygotowaniu matematycznym mogą liczyć na większe możliwości zatrudnienia. Nawet firmy, które poszukują pracowników na stanowiska niemające nic wspólnego z matematyką, wolą zatrudniać kogoś, kto wykazuje się przygotowaniem matematycznym. Uważa się, że matematyka wykształca umiejętności wszędzie potrzebne. No bo czy logiczne myślenie, pomysłowość, wyobraźnia, wyczucie sytuacji prawdziwych i absurdalnych nie są wszędzie potrzebne? U nas niestety tak nie jest, nie ma takiej społecznej potrzeby. W związku z tym w środkach masowego przekazu jest ciągle więcej cyfr niż liczb (brak rozróżnienia tych pojęć). A już absurdalna była informacja, że coś wyraża się w cyfrach bezwzględnych.

Niewielu ludzi wykształconych przyznaje się do nieznajomości Szekspira, Dantego czy Mickiewicza. Większość jednak nie wie, a nawet mówi, że nie słyszała, kto to był Gauss, Euler czy Banach, którzy są w pewnym sensie ich odpowiednikami. Od czasu do czasu próbuję na ten temat coś powiedzieć swoim studentom. Odnoszę jednak wrażenie, że mało kto słucha. Nie została wykształcona taka potrzeba.

Chciałabym poruszyć jeszcze jeden problem. W ostatniej dekadzie obserwuje się wręcz fanatyczną wiarę w komputer i związany z tym brak motywacji nauki logicznego myślenia. Istnieje stereotyp, iż komputer zrobi to za nas. Owszem, za pomocą komputera można wykonać eksperymenty liczbowe i geometryczne, które dotychczas były zbyt uciążliwe lub niewykonalne. Jest on bardzo dobrym narzędziem, lecz tylko narzędziem. Komputer robi to, co mu się każe. To, co wychodzi, zależne jest od tego, co wchodzi. Jeśli wchodzą śmieci, to wychodzą śmieci. Modele komputerowe rzadko koncentrują się na negatywnych stronach przyjętych założeń. Kiedy model projektu nie przynosi oczekiwanych wyników, projektodawca przerabia go tak długo, aż z modelu wychodzą pożądane rezultaty. Komputer to autokratyczny nauczyciel, który mówi „Nie pytaj dlaczego, rób jak mówią". Uczniowie jednak powinni rozwijać swoje możliwości i nie przyjmować wszystkiego na wiarę. Zdolności do myślenia zanikają, jeśli zbyt wcześnie zaczynamy naciskać na klawisze. Jak ostrzegał pewien amerykański ekonomista: jeśli ktoś nie potrafi wykonać obliczeń ręcznie na odwrocie starej koperty, temu komputer nie pomoże.

Należy pamiętać, że postęp techniczny źle wykorzystany stanie się schodami Eschera. M. C. Escher był grafikiem znanym z rysunków zawierających iluzje optyczne. Na przykład rysował schody, które pozornie szły cały czas w górę, ale po zakręceniu dochodziły dokładnie do punktu wyjściowego.

Nauczanie matematyki, to nie program z serii reality show, gdzie pan hipnotyzer („Bar bez granic"), używając „wysokiej matematyki" (licząc 1, 2, 3, 4, 5) oddziaływał na uczestników. A tak mówiąc nawiasem, kto wie, czy nie skuteczniejszy byłby wykład w rytmie techno czy rapu. Już śp. prof. Roman Sikorski dawno, dawno temu w swoim toaście (na Zjeździe PTM-u) proponował, aby wykład z matematyki odbywał się w wersji wówczas big-beatowej. Założenia twierdzeń śpiewałby (przy akompaniamencie gitary) asystent, a tezę profesor. No cóż, od czasu do czasu każdy z nas próbuje wprowadzić elementy żartobliwe. Ja na przykład chcąc podkreślić, że przestawienie kwantyfikatorów różnej jakości zmienia sens zdania, mówię, że zdanie „Dla każdego chłopca istnieje dziewczyna, która go kocha" różni się od zdania „istnieje dziewczyna, która kocha każdego chłopca". To jest inna jakość.

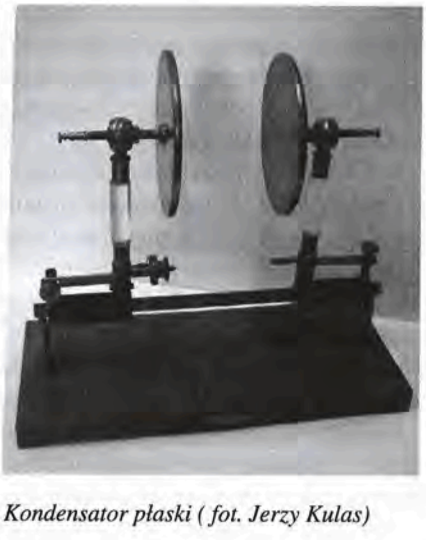
Nie można jednak oszukiwać, że wszystko da się tak lekko, łatwo i bez wysiłku przybliżyć. Nauczenie się pewnych podstaw matematyki wymaga ciężkiej i systematycznej pracy. Aby zrozumieć, a nawet polubić matematykę, trzeba ją poznawać, smakować krok po kroku.

Nie ma tu zastosowania tzw. „teoria jednej nocy" (posiedzisz bracie nockę i będziesz miał to z głowy). Nikt nie nauczy się całkować (ze zrozumieniem), nie znając pochodnych, a te wynikają z teorii granic (a nie z tablic str...).

A przy okazji, sprawa tablic stała się szczególna. Gdy zawiedziona brakiem wiedzy pytam moich studentów „co wynieśli ze szkoły?", słyszę chóralną odpowiedź „tablice". Rzeczywiście „Tablice matematyczne" stały się nieodłączną „protezą matematyczną" absolwenta szkoły średniej. Krótko mówiąc, cała ich wiedza została stablicowana.

Problem dobrego, powszechnego nauczania matematyki nie jest tylko „sprawą polską" (p. J. Allen Paulos „Analfabetyzm, matematyczny i jego skutki"). Nas jednak nie stać na marnotrawstwo zdolności matematycznych. Jesteśmy po prostu zbyt biedni.

Rola nauczyciela matematyki w uczelni technicznej jest szczególna. Z uwagi na nauczanie na I semestrze I roku jest to także rola wychowawcy. Jak wiadomo, semestr pierwszy ma szczególny charakter. Jest to



Kondensator płaski (fot. Jerzy Kulas)

spotkanie młodych ludzi z nowym systemem kształcenia. Dość często decyduje to o dalszej edukacji, a nawet życiu. Dlatego też obie role, dla nas nauczających, są niezwykle ważne. Bardzo trudno jest zmienić myślenie nowo przyjętych studentów z „musieć" na „chcieć". Oni nie muszą studiować, oni powinni chcieć studiować. To ustala cały sens nauczania.

Innym problemem związanym z nauczaniem na I semestrze jest dokonanie selekcji wśród przyjętych studentów. Jest to bardzo trudna (brak egzaminów wstępnych) i niewdzięczna rola. Nie pomaga nam edukacja szkolna, która z roku na rok jest gorsza. Ostatni sprawdzian z matematyki z zakresu szkoły średniej, jaki przeprowadziłam na I roku na kierunku Informatyka (Wydz. ETI), dał niepokojący wynik (ponad 50% ocen negatywnych, w tym 40 prac studentów z oceną celującą ze szkoły średniej). Tematy tego sprawdzianu zostały powtórzone z ubiegłego roku. Wtedy było dużo lepiej. Konsekwencją tej sytuacji może być obniżenie poziomu nauczania. To, co było możliwe 5 lat temu, obecnie nie jest możliwe. Wykład stał się więc pewną „posługą dydaktyczną". Niestety, dla niektórych jest to ostatnia posługa matematyczna.

Nie pozwala dobrze nauczać także sytuacja, jaka ma miejsce w ostatnich latach w PG. Po pierwsze, z roku na rok na niektórych wydziałach zmniejsza się liczbę godzin z przedmiotu matematyka (np. 1 godz. ćwiczeń, 3 godzinny wykładu tygodniowo). Sądzę też, że 3-godzinny wykład nie jest korzystny dla nauczania matematyki. Trudno jest zmusić słuchaczy do myślenia matematycznego więcej niż 2 godz. Trzecia godzina jest stracona. Nie jest też najszczęśliwszy plan: 2 godz. w jednym dniu i 1 godz. w innym czasie. Mimo wszystko dawny wymiar 4 godz. wykładu w układzie 2+ 2 był najkorzystniejszy.

Często sytuację pogarsza także plan zajęć, na który nie mamy żadnego wpływu. Proszę sobie wyobrazić w tym samym dniu 3-godzinny wykład z analizy mat., a po nim 3-godzinny wykład z algebry. Nawet największy miłośnik matematyki nie wytrzyma.

Dodatkową trudnością w nauczaniu matematyki jest zakres programowy, jaki musimy zrealizować na zajęciach (tego żądają wydziały). Wymaga to od nas biegu na przełaj i na skróty. Czuję się często jak na konkursie zjadania największej ilości pierogów w najkrótszym czasie. No cóż można się zadławić.

Taki rodzaj optymalizacji jest niebezpieczny. Żadne jedzenie nie jest dobre, gdy nie można go posmakować. Wyczuwam, że moi na pewno w większości zdolni studenci mogliby poradzić sobie z problemami matematycznym i gdyby był czas.

Szanowni panowie, decydujący o nauczaniu, błagam, miejcie litość dla matematyki. Niech zaistnieją warunki realne w jej nauczaniu.

Martwię się, aby nie zaczęło funkcjonować twierdzenie o „lokalnych geniuszach" Dla każdego istnieje otoczenie, w którym jest najwybitniejszy. Wówczas wykształcenie wyższe może stać się wyższo-podobne. Przeżyłam już czas wyrobów czekolado-podobnych. Nie miały one nic wspólnego ze smakiem czekolady.

Moje obawy wiążą się także z faktem, że uczę pokolenie, które stanowić będzie intelektualną i materialną przyszłość Polski. Może się więc zdarzyć, że nie otrzymam emerytury i winien będzie komputer.

Pocieszam się jednak, że nawet w najtrudniejszych chwilach mojego życia pomogli mi moi byli studenci.

Krystyna Nowicka
Wydział Fizyki Technicznej
i Matematyki Stosowanej

PS. Niestety, nie wynalazłam jeszcze tabletki na „Alzheimera matematycznego"

Nowe formy kształcenia ustawicznego na WFTiMS – Studium Pedagogiczne

Kształcenie ustawiczne, przez które rozumie się wszelkie formy działalności edukacyjnej, prowadzone poza standardowym systemem kształcenia stacjonarnego, obejmujące zarówno szkołę podstawową, gimnazjalną, ponadgimnazjalną i wyższą, stało się w ostatnich latach sprawdzonym sposobem podnoszenia kwalifikacji zawodowych.

Konieczność taką, wynikającą zarówno z potrzeby szybkiego przedkwalifikowania się, jak również z nieustannej potrzeby podążania za rozwijającą się wiedzą i zmianami technologicznymi, wymusił obowiązujący obecnie model gospodarki dynamicznie dostosowującej się do potrzeb rynku.

Istotnym elementem kształcenia ustawicznego jest jego dostępność bez wydłużania cyklu kształcenia podstawowego. A zatem tryb studiów zaocznych lub też wieczorowych ma większe szanse na wypracowanie sobie dobrej pozycji na rynku szkoleń.

W trosce o zwiększenie szans na rynku pracy absolwenta naszego Wydziału powstała idea uruchomienia przy WFTiMS Studium Pedagogicznego specjalizującego się w dydaktyce szczegółowej przedmiotów ścisłych, w tym głównie matematyki, fizyki i informatyki. Wśród ofert tego typu kształcenia ustawicznego jest to propozycja nowatorska.

Zgodnie z rozporządzeniem MENiS z dnia 23 września 2003 r. (Dz. U. z 2003 r. Nr 170, poz. 1655), określającym standardy kształcenia nauczycieli w szkołach wyższych na studiach wyższych zawodowych, studiach magisterskich oraz studiach podyplomowych, kształcenie nauczycieli w zakresie przygotowania pedagogicznego powinno odbywać się na kierunku dającym przygotowanie merytoryczne do nauczania przedmiotu lub prowadzenia zajęć. A zatem najbardziej odpowiednim miejscem na Politechnice Gdańskiej dla kursów pedagogicznych w zakresie przygotowania do nauczania matematyki i fizyki powinien być WFTiMS.

Ważne jubileusze, jakie obchodzi w tym roku nasz Wydział, w tym 30-lecie powstania specjalności Fizyka Techniczna, 20-lecie WFTiMS oraz 5-lecie kształcenia na kierunku Matematyka dowodzą, że dysponujemy wystarczającym doświadczeniem merytorycznym w zakresie przedmiotów matematyka i fizyka. Ponadto Wydział nasz ma kilkuletnie doświadczenie w zakresie nauczania na specjalności informatyka stosowana (wcześniej: fizyka komputerowa). Wysoko

wyspecjalizowana kadra naukowo-dydaktyczna, składająca się ze 112 nauczycieli akademickich, w tym 23 profesorów i doktorów habilitowanych oraz ponad 50 doktorów nauk fizycznych i matematycznych, jest gwarantem wysokiej jakości wiedzy merytorycznej.

Z uwagi na zapewnienie wysokiej jakości kształcenia również z zakresu przedmiotów psychologicznych i pedagogicznych, WFTiMS nawiązał współpracę z Centrum Edukacji Nauczycieli w Gdańsku.

W dniu 7 lipca 2003 r. JM Rektor Politechniki Gdańskiej prof. dr hab. inż. Janusz Rachoń podpisał „Porozumienie o współpracy" Politechniki Gdańskiej z Centrum Edukacji Nauczycieli w Gdańsku. Przedmiotem porozumienia były między innymi warunki współpracy i świadczenia stron w celu utworzenia i funkcjonowania Studium Pedagogicznego przy WFTiMS.

Program Studium Pedagogicznego oraz obsadzenie poszczególnych zajęć specjalistami z danych przedmiotów były szeroko konsultowane z Centrum Edukacji Nauczycieli w Gdańsku oraz z Kuratorium Oświaty w Gdańsku. Wśród wykładowców na Studium Pedagogicznym są konsultanci Centrum Edukacji Nauczycieli w Gdańsku, pracownicy Instytutu Pedagogiki Uniwersytetu Gdańskiego oraz pracownicy Wydziału Fizyki Technicznej i Matematyki Stosowanej.

Ponadto program Studium Pedagogicznego opracowano w ten sposób, aby spełniał on zarówno przepisy rozporządzenia MEN z dnia 10 października 1991 r. (Dz. U. z 1991 r. Nr 98, poz. 433) w sprawie szczegółowych kwalifikacji wymaganych od nauczycieli oraz określenia szkół i wypadków, w których można zatrudnić nauczycieli niemających wyższego wykształcenia, jak i standardy kształcenia nauczycieli w szkołach wyższych na studiach wyższych zawodowych, studiach magisterskich oraz studiach podyplomowych określone w rozporządzeniu MENiS z dnia 23 września 2003 r. (Dz. U. z 2003 r. Nr 170, poz. 1655).

Dwusemestralne Studium Pedagogiczne przy WFTiMS prowadzone jest w trybie zaocznym. Program Studium obejmuje łącznie 330 godzin zajęć audytoryjnych i 150 godzin praktyki pedagogicznej w różnego typu szkołach.

W świetle obowiązujących przepisów blok przedmiotów psychologicznych i pedagogicznych ma łączny wymiar 150 godzin i obejmuje takie przedmioty, jak: psychologia, psychologiczne podstawy pracy nauczyciela, pedagogika ogólna, a także organizacja pracy szkoły i jej ewaluacja.

W „Programie działań Ministerstwa Edukacji Narodowej i Sportu w latach 2002-2010 wraz z Edukacją informatyczną 2002 r." przyjętym na posiedzeniu Rady Ministrów w dniu 15 października 2002 r. wśród celów strategicznych wymienia się zreformowanie systemu kształcenia nauczycieli w kierunku upowszechnienia stosowania technologii informacyjnych i komunikacyjnych w nauczaniu. Zakłada się również wprowadzenie obowiązku osiągnięcia przez każdego nauczyciela kwalifikacji określonych standardem przygotowania w zakresie technologii informacyjnych i komunikacyjnych, połączonych z systemem awansu zawodowego.

Wychodząc naprzeciw tym planom, w programie Studium Pedagogicznego położono bardzo duży nacisk na przedmioty kształcenia pedagogicznego związane z multimedialnymi środkami nauczania. Stąd na blok przedmiotów dydaktycznych (w tym dydaktykę ogólną i dydaktykę przedmiotową) przewidziano łącznie 60 godzin oraz na blok przedmiotów związanych z multimedialnymi środkami nauczania także 60 godzin. Kształcenie w ramach ostatniego z wymienionych odbywa się w ramach następujących przedmiotów: *komputerowe wspomaganie dydaktyki, multimedia w dydaktyce* oraz *wstęp do modelowania komputerowego.* W ramach przedmiotu *komputerowe wspomaganie dydaktyki* słuchacze Studium mogą zapoznać się z wieloma współczesnymi programami narzędziowymi, wspomagającymi merytorycznie prowadzenie zajęć, jak również poznają ogólną metodykę zastosowania narzędzi informatycznych w nowoczesnej realizacji procesu dydaktycznego. Przedmiot *multimedia w dydaktyce* pozwala na zapoznanie się słuchaczy z nowoczesnym sprzętem multimedialnym, jak również z metodami i narzędziami przygotowania prezentacji multimedialnych przydatnych w realizacji wybranych zajęć.

Studium Pedagogiczne bazuje na bardzo dobrym wyposażeniu WFTiMS w sprzęt informatyczny, na który składają się dwa laboratoria komputerowe, łącznie na 55 stanowisk. Przyjmuje się jako zasadę, że zajęcia w laboratorium komputerowym słuchaczy Studium Pedagogicznego odbywają się w układzie 1 słuchacz na 1 komputer.

Studium Pedagogiczne ma przygotowaną bazę aplikacji edukacyjnych do nauczania przedmiotów *matematyka, fizyka* i *informatyka* dostępnych na rynku w formie *freeware* i *shareware.* W roku 2002 WFTiMS zakupił dla laboratorium komputerowego program Mathematica V4/Linux Network dla 15 użytkowników firmy Wolfram Research. Podjęte zostały działania zmierzające do rozbudowania istniejącej bazy o nowe, komercyjne programy realizujące formę nauczania multimedialnego. Planowane jest również uwzględnienie w programie Studium nabycia umiejętności wykorzystania kalkulatorów graficznych w pracy dydaktycznej.

W programie Studium uwzględniono także blok tzw. przedmiotów uzupełniających, przydatnych w zawodzie nauczyciela, a wybranych spośród zalecanych przez MENiS. Znalazły się wśród nich następujące przedmioty: *etyka zawodu nauczyciela, kultura języka, historia i kultura regionu, sztuka i wiedza o sztuce, awans zawodowy nauczyciela* oraz *zasady BHP i odpowiedzialność prawna opiekuna.* Łączny wymiar godzinowy tych przedmiotów wynosi 60 godz.

Studium Pedagogiczne przy WFTiMS powstało z myślą o studentach naszego Wydziału oraz studentach innych wydziałów PG mających podstawy merytoryczne do wielodyscyplinarnego nauczania w zakresie przedmiotów *matematyka, fizyka* i *informatyka.* Niemniej jednak słuchaczami Studium mogą zostać również absolwenci szkół wyższych (minimum licencjat) legitymujący się wyższym wykształceniem niepedagogicznym oraz nauczyciele nieposiadający przygotowania pedagogicznego.

Serdecznie zapraszamy!

Barbara Wikieł
Wydział Fizyki Technicznej
i Matematyki Stosowanej

Szczegółowe informacje można znaleźć na stronie internetowej:
http://www.mif.pg.gda.pl/studia/sp.html

Przygotowanie młodzieży do studiów politechnicznych w aspekcie programu nowej matury i matury międzynarodowej

Od kilku lat obserwujemy ciągłe obniżanie się poziomu wiedzy studentów rozpoczynających naukę. Zmniejsza się zakres materiału, jaki mają do opanowania maturzyści. Część młodzieży jest nieprzygotowana do podjęcia systematycznej pracy, jaką jest studiowanie. Obecnie dla młodego człowieka nie jest problemem dostanie się na studia, lecz ukończenie ich. Zastanówmy się, jaka może być geneza tego problemu.

Od ponad półtora roku w szkołach ponadgimnazjalnych, przygotowujących bezpośrednio do studiów, obowiązuje nowa *Podstawa programowa*. Ponieważ wszystkie stare programy są automatycznie odwołane, oznacza to, że na maturze nie będzie materiału, który usunięto z programu. Obecnie w szkołach ponadgimnazjalnych istnieją dwa typy realizowanych programów – podstawowy i rozszerzony. Pisemna matura składa się z dwóch części:

- obowiązkowej (trzy przedmioty z listy) *poziom podstawowy* lub *rozszerzony*– język polski; język mniejszości narodowej; język obcy nowożytny; jeden przedmiot wybrany spośród: biologia, chemia, fizyka i astronomia, geografia, historia, historia muzyki, historia sztuki, matematyka, wiedza o społeczeństwie, wiedza o tańcu;
- dodatkowej (jeden, dwa lub trzy przedmioty z listy) *poziom rozszerzony* – informatyka; język łaciński i kultura antyczna; język grecki i kultura antyczna; język obcy nowożytny; przedmioty z grupy „obowiązkowe do wyboru".

W części ustnej znajdują się egzaminy z języków.

Gdy określano podstawy programowe, zakładano, że egzamin z matematyki będzie obowiązkowy dla wszystkich maturzystów. W związku z tym zakres materiału musiał być ustalony na poziomie osiągalnym dla przeciętnego, nawet tylko humanistycznie uzdolnionego ucznia. Potem zmieniono założenia – matematyka stała się przedmiotem do wyboru. Zakres materiału nie uległ jednak zmianie. Ograniczono też, ze względu na mniejszą liczbę godzin lekcyjnych, zakres programu, który kiedyś realizowały klasy matematyczno-fizyczne. W praktyce wygląda to następująco – w programie matematyki w zakresie podstawowym NIE MA np. pojęcia granicy, ciągłości i pochodnej funkcji czy równań kwadratowych z parametrem; w zakresie rozszerzonym NIE MA np. pojęcia iloczynu skalarnego wektorów czy asymptoty wykresu funkcji.

Wszystko wskazuje też na to, że znikną odrębne egzaminy na studia, co oznacza, że większość studentów będzie dysponowała wiedzą z pewnością nie większą niż wyznaczoną przez ramy nowej podstawy programowej.

Od lat mamy nikły wpływ na czynione w oświacie oszczędności – zmniejsza się liczba zajęć z matematyki i fizyki, a wzrasta liczba uczniów w klasach (program nie określa liczby uczniów w klasie, ale nie powinna ona przekraczać 32 osób). Podam kilka danych na temat dotyczący ilości godzin przewidywanych do nauki matematyki i fizyki w szkołach ponadgimnazjalnych:

- matematyka
  zakres podstawowy – klasy I, II, III – 3 godz. tygodniowo,
  zakres rozszerzony – klasy I, II, III – 4 godz. tygodniowo;
- fizyka z astronomią
  zakres podstawowy – klasy I, II, III – 114 godzin łącznie – czyli 3 godz. w cyklu kształcenia (co oznacza np. jedną godzinę lekcyjną tygodniowo od klasy I do III);
  zakres rozszerzony – klasy I, II, III – 1-2 godz. tygodniowo.

Mała ilość zajęć oznacza też rezygnację z ambitniejszych planów nauczycieli, np. pokazania młodym ludziom, na czym polega proces poznania, determinujących ten proces czynników, a także metod i narzędzi pomocnych w procesie nauki.

Efekt jest taki, że maturzyści już dzisiaj rozpoczynają studia z płytszą niż dotychczas wiedzą z matematyki i fizyki. W związku ze zbliżającą się do wieku maturalnego falą niżu demograficznego oraz coraz bogatszą ofertą szkół wyższych, problemem nie będzie już dostanie się na studia, ale ukończenie ich z odpowiednim poziomem wiedzy.

Uczelnie stosują różne metody radzenia sobie z problemem utrzymania wysokiego poziomu kształcenia – np. wprowadza się kursy przygotowawcze, dodatkowe godziny zajęć wyrównawczych, czy rok „zerowy". Niezwykle ważne są też wszelkie działania szkół wyższych, mające na celu aktywizację rejonów nieakademickich.

Dla porównania podam kilka faktów dotyczących możliwości podwyższania poziomu wykształcenia młodzieży, związanych z pojawiającą się coraz liczniejszą grupą uczniów przystępujących do matury międzynarodowej. International Baccalaureate Organisation powstała pod koniec lat sześćdziesiątych w Szwajcarii na bazie Międzynarodowej Szkoły w Genewie. W Polsce program IB jest realizowany w dwóch ostatnich klasach liceum. Ogólnie można powiedzieć, że proponowany tam program nauczania jest próbą kompromisu pomiędzy nauczaniem preferującym głęboką specjalizację oraz nauczaniem bardzo ogólnym, a co za tym idzie – zakres materiału jest inny niż obowiązujący na naszej nowej maturze. Ma to swoje zalety, jak i wady – np. elementy statystyki, zgodnie ze światowymi tendencjami, zajmują coraz więcej miejsca w programie nauczania, pojęcie pochodnej i jej zastosowania pojawiają się już w zakresie podstawowym, ale za to np. dział fizyki – optyka, jest tylko działem opcjonalnym.

W systemie IB uczeń wybiera po jednym przedmiocie z każdej z sześciu grup:

- I: język A – pierwszy język (zwykle ojczysty, także studiowanie literatury);
- II: język B – drugi język lub inny język grupy 1 (jest on jednocześnie językiem wykładowym w przypadku pozostałych przedmiotów z pozostałych grup);
- III: nauki społeczne – geografia, historia, filozofia, ekonomia, psychologia, antropologia społeczna, organizacja i zarządzanie;
- IV: nauki eksperymentalne – chemia, fizyka, biologia, chemia stosowana, systemy środowiska, psychologia eksperymentalna;
- V: nauki matematyczne – podstawy matematyki, matematyka, matematy-

ka zaawansowana, matematyka z elementami informatyki;

- VI: przedmiot do wyboru – plastyka, muzyka, łacina, klasyczna greka, trzeci nowożytny język obcy, informatyka, drugi przedmiot z grupy III, IV, V lub autorski przedmiot danej szkoły IB, zaaprobowany przez IBO w Genewie.

Uczeń ma obowiązek wybrać nie mniej niż trzy przedmioty na wyższym poziomie wymagań (Higher Level – HL) i nie więcej niż trzy na niższym poziomie wymagań (Subsidiary Level – SL).

Z uwagi na to, że w polskiej szkole lekcja trwa 45 minut (w szkołach IB trwa zwykle 60 minut), tygodniowa liczba godzin przedmiotu HL wynosi 8, a przedmiotu SL tylko 4. Na lekcji HL liczba uczniów w klasie nie może przekroczyć 15.

Jak widać, większa liczba przeprowadzonych godzin zajęć, jak i niższa liczebność klas stwarza większe możliwości utrzymania dobrego poziomu kształcenia. Wysoka liczba uzyskanych na maturze punktów jest wstępem na uczelnie takie, jak Cambridge, Harvard, Heidelberg, McGill, Oxford, Rotterdam Erasmus, Sorbonne lub Yale.

W Polsce świadectwo matury międzynarodowej zwalnia z egzaminów wstępnych tylko na niektóre uczelnie (nie uznają go np. akademie medyczne).

Zarówno jeśli chodzi o polską nową maturę, jak i maturę międzynarodową, wprowadza się pewne zmiany w zakresie obowiązującego materiału. Bliższe informacje na ten temat można znaleźć m.in. na stronie domowej Centralnej Komisji Egzaminacyjnej (www.cke.edu.pl) oraz IB (www.ibo.org).

Jak widać, uczelnie znalazły się w sytuacji, która wymaga podjęcia przez nie działań, dzięki którym nie tylko przyciągną do siebie przyszłych studentów, ale i dadzą wykształcenie zachowujące wysokie standardy nauczania.

Kilka lat temu ten sam problem mieli nauczyciele szkół ponadgimnazjalnych z rozpoczynającymi naukę absolwentami gimnazjów. W obecnej sytuacji maturzyści mogą dysponować tylko taką wiedzą, jaką mają okazję poznać w zakresie obowiązującego programu i w obowiązujących ilościach zajęć. Nie przyniesie tu dobrych efektów spychanie odpowiedzialności za obecny stan rzeczy na uczniów i nauczycieli. Wielu pracowników szkół robi wszystko, aby wyposażyć swych wychowanków w jak najrozleglejszą wiedzę i nauczyć ich metod uczenia się. Widzimy to analizując wyniki, jakie osiągają uczniowie poszczególnych szkół po zakończeniu pierwszego roku studiów. Wydaje się, że jest to najbardziej miarodajne źródło informacji o poziomie kształcenia w danej szkole.

W dydaktyce, jak w każdej innej dziedzinie, nie da się osiągnąć dobrych efektów bez nakładu pracy i środków. Przenoszenie odpowiedzialności za złą edukację na niższe poziomy kształcenia nie zaowocuje lepszymi wynikami nauczania. Zakres i sposoby nauczania ulegają ciągłej modyfikacji i ewolucji. Obecnie szanse na poprawienie efektywności nauczania stanowią możliwości, jakie niesie ze sobą Internet – oczywiście pod warunkiem zastosowania technik optymalizowanych z punktu widzenia mechanizmów uczenia się i metodyki nauczania. Jest to zapewne pracochłonne, ale i bardzo opłacalne, ponieważ różne formy aktywnie zdobywanej wiedzy sprzyjają jej lepszemu przyswojeniu i utrwaleniu. Mimo iż kształcenie akademickie ma w pewnym stopniu charakter elitarny, materiały dydaktyczne proponowane uczniom muszą być atrakcyjne multimedialnie (opierając się na badaniach psychologicznych, jest to znakomity sposób aktywizacji ucznia). Dzięki temu przyszli studenci, niezależnie od miejsca zamieszkania (warunkiem jest oczywiście dostęp do Internetu) mogą poznać wiedzę w opracowaniu najlepszych specjalistów, w formie o wiele bardziej atrakcyjnej niż bierne czytanie lub powtarzanie.

Wielu pracowników szkół wyższych, znakomicie przygotowanych merytorycznie, dzięki zaangażowaniu w proces dydaktyczny, wykorzystując najnowsze interaktywne formy edukacyjne, osiąga znakomite wyniki kształcenia i próbuje pomagać studentom w odnalezieniu swojego miejsca na uczelni.

Jak widać, obecny poziom matury nie gwarantuje, że przyszły student posiada wiedzę i umiejętności w zakresie matematyki i fizyki na poziomie umożliwiającym studiowanie i szczęśliwe ukończenie studiów. Konieczna jest tu nie tylko systematyczna praca własna studenta, ale i stwarzanie możliwości wyrównywania i pogłębiania wiedzy przez szkoły wyższe.

Anita Tlałka
Wydział Fizyki Technicznej
i Matematyki Stosowanej

Co to jest matematyka stosowana?

Studenci WFTiMS uczęszczający w roku akademickim 2002/2003 na zajęcia z filozofii nauki (kierunek: matematyka stosowana, semestr 3. magisterskich studiów uzupełniających), przedstawili swoje uwagi po lekturze rozdziału „Matematyka stosowana" z książki Tomasza Bigaja *Matematyka a świat realny* (Wydział Filozofii i Socjologii Uniwersytetu Warszawskiego, Warszawa 1997). Poniżej zamieszczamy fragmenty kilku wypowiedzi.

Bardzo często słyszę pytanie: Co to jest matematyka stosowana? I równie często nie potrafię na nie odpowiedzieć tak, by w pełni zaspokoić ciekawość pytającego. Toteż nie bez powodu T. Bigaj, autor książki *Matematyka a świat realny*, rozdział traktujący o matematyce stosowanej rozpoczyna rozważaniami dotyczącymi „fenomenu stosowalności matematyki".

Tzw. przeciętny człowiek nie zdaje sobie sprawy z tego, że jest otoczony, a wręcz uzależniony od matematyki, że napotyka ją na każdym kroku. Co więcej, nawet ten, kto uważa się za „stuprocentowego humanistę", ma pewne intuicyjne pojęcie o matematyce. Każdy bowiem wie, co to jest kula, sześcian, kwadrat, prostokąt, koło – każda z tych nazw użyta w mowie potocznej

ma pewien sens empiryczny. Każdy zatem może – i to całkiem intuicyjnie – przypisać jedną z tych nazw odpowiedniemu przedmiotowi. Owa intuicja, niemalże podświadome kojarzenie nazwy z przedmiotem, to właśnie ... matematyka stosowana, czyli rozumienie pojęć matematycznych w sposób empiryczny, doświadczalny.

Po drugiej stronie leży „czysta matematyka", której znajomość wymaga nie doświadczenia, nie intuicji (choć w pewnym sensie ta jest również niezbędna), lecz znajomości pojęć pierwotnych, aksjomatów, definicji i reguł dowodzenia. Jakby jednak na to nie patrzeć, matematyka stosowana jest ściśle związana z czystą matematyką, gdyż pojęcia tej ostatniej znajdują swoje odbicie w rzeczywistości, w której żyjemy.

Czysta matematyka może istnieć sama w sobie, nie potrzebuje modeli empirycznych do każdej teorii. Natomiast matematyka stosowana jest niejako poszukiwaniem tych właśnie modeli i polega na stosowaniu do nich teorii czystej matematyki. (...)

Dla mnie najbardziej kontrowersyjną tezą, którą przedstawia autor we wspomnianym rozdziale, jest ta o „nietwórczości matematyki". I choć pojęcie to ma jedynie formalny charakter, wynikający z przyjętej definicji, to jednak bardziej odpowiada mi tradycyjne znaczenie twórczości, zgodnie z którym twórcza jest każda nowa teoria naukowa czy nowy kierunek i nowe dzieło w sztuce. (...)

– Radosława Kluczkowska

Jako studentka matematyki stosowanej często spotykałam się z pytaniami: „Co to jest matematyka stosowana?", „Czym różni się ona od tradycyjnej, czystej matematyki?". Sama również zadawałam sobie podobne pytania, szczególnie przy wyborze kierunku studiów. Odpowiadając na nie, zwracałam uwagę głównie na różnice programowe między matematyką na politechnice a matematyką na uniwersytecie. W programie studiów matematyki stosowanej widać nacisk na przedmioty techniczne, szczególnie informatyczne (metody numeryczne, kryptografia, mechanika i in.). Czytając książkę T. Bigaja, po raz pierwszy zetknęłam się z filozoficznym podejściem do istoty matematyki i jej zastosowań.

Autor rozważa w niej przede wszystkim zagadnienie stosowalności matematyki w innych naukach. Zauważa najpierw, że typowymi przykładami teorii matematycznych znajdujących zastosowanie w innych dziedzinach są arytmetyka i geometria Euklidesa. Twierdzi też, że znalezienie modelu empirycznego danej teorii matematycznej jest wymaganiem zbyt silnym dla definicji stosowalności matematyki (np. w wypadku zastosowania arytmetyki liczb naturalnych twierdzenie głoszące, że każda liczba ma swój następnik, nie będzie spełnione dla skończonego zbioru obiektów fizycznych). Jako wystarczający warunek stosowalności teorii matematycznej przyjmuje wymóg, by tylko niektóre z jej terminów pierwotnych miały interpretację w modelu empirycznym, a aksjomaty teorii zachowywały prawdziwość przy tej interpretacji.

Bigaj słusznie zauważa, że wiele teorii matematycznych daje się zinterpretować w rzeczywistości tylko w przybliżeniu, nie ma bowiem np. fizycznej linii o zerowej grubości, a wszelkie pomiary obarczone są pewnymi błędami. Rozważania autora oraz wnioski z nich płynące pokrywają się z moimi odczuciami i wyobrażeniami dotyczącymi matematyki oraz jej stosowalności.

W dalszej części autor rozważa zagadnienie „nietwórczego" charakteru matematyki. W tym celu wprowadza następującą definicję: „Teoria *T* jest nietwórczym rozszerzeniem teorii T_0, jeśli T_0 zawiera wszystkie konsekwencje *T*, wyrażone w uboższym języku J_0". Węższe pojęcie „nietwórczości", którym posługuje się w swej książce Bigaj, zakłada, że teoria T_0 obejmuje wyłącznie tautologie. „W takim ujęciu – pisze on – można zatem mówić o nietwórczości nie względem danej teorii T_0, lecz względem języka J_0. Cecha nietwórczości, która w opinii wielu filozofów przysługuje wszystkim teoriom matematycznym (zarówno wyrażonym w ubogim «czysto matematycznym» słownictwie, jak i w słownictwie rozszerzonym o wyrażenia pozamatematyczne) określana bywa dwojako: syntaktycznie bądź semantycznie. W wersji syntaktycznej jedna z możliwych definicji tego pojęcia jest następująca: (...) Jeśli dana teoria jest konserwatywna ze względu na pewien podjęzyk, to wszystkie konsekwencje wyrażane w tym podjęzyku i wyprowadzane ze zdań tego podjęzyka «za pomocą» tej teorii, mogą być wyprowadzone z samych tych zdań. Semantyczna nietwórczość bywa definiowana następująco: (...) Zbiór zdań *S* języka *J* jest nietwórczy ze względu na język J_0, gdy dla dowolnego modelu A_0 języka J_0 istnieje model *A*, będący przedłużeniem A_0 do modelu języka *J*, i taki, że **A** jest modelem dla *S*" (s. 71-72). W zależności od kontekstu wyrażenie „*A* jest modelem dla *S*" może tu mieć jedno z dwu znaczeń: 1) *A* ma tę samą strukturę, co język *J*; (2) wszystkie zdania z *S* są prawdziwe w *A*.

Bigaj przytacza argumenty za i przeciw tezie, że matematyka jest nietwórcza („konserwatywna"). W związku z tym pisze m.in.: „Teza ta w odniesieniu do matematyki czystej jest banalnie prawdziwa. Język czystej teorii matematycznej nie zawiera bowiem żadnych wyrażeń pozamatematycznych" (s. 75). Fakt ten wynika z przyjętego wcześniej założenia, że czyste teorie matematyczne są teoriami formalnymi, tzn. wszystkie ich terminy interpretowane są w ramach aksjomatów. W wypadku teorii matematycznych stosowanych sprawa jest jednak bardziej skomplikowana, gdyż zawierają one wyrażenia ze słownictwa niematematycznego. Bigaj przytacza jednak również takie argumentacje, które starają się dowodzić nietwórczości wszystkich teorii matematycznych. „Dowody te (a raczej ich różne wersje) przyjmują założenie o redukowalności całej matematyki stosowanej do teorii mnogości Zermela-Fraenkla z elementami pierwotnymi i słownictwem pozamatematycznym" (s. 77). Jedyną zatem korzyścią płynącą z zastosowań matematyki byłoby ewentualnie uproszczenie rozumowań w obrębie języka jakościowego. W tym sensie matematyka stosowana pełni rolę instrumentalną przy opisie rzeczywistego świata. „Matematyka (czy też ostrożniej, arytmetyka) – pisze Bigaj – powstała najprawdopodobniej właśnie jako instrument ułatwiający rozumowania z życia codziennego, dotyczące liczenia, mierzenia *etc*. Twierdzenia, znane dziś jako tezy arytmetyki, prawdopodobnie odgrywały rolę najczęściej stosowanych w takich rozumowaniach uogólnień empirycznych. Nic

więc dziwnego, że arytmetyka nadaje się w taki sposób do najprostszych zastosowań" (s. 80-81).

Po przeczytaniu omawianego rozdziału zrodziło się we mnie pytanie: Jeżeli matematyka jest „nietwórcza", to czy moja przyszła praca – jako matematyka stosowanego – będzie pracą twórczą? Może należałoby zmienić treść immatrykulacji dla matematyków stosowanych, opuszczając frazę o „twórczej i odpowiedzialnej pracy inżyniera"?

Studia matematyczne wymagają wiele pracy. Dla mnie była to i jest praca twórcza i odkrywcza – poznawałam nowe pojęcia, zdobywałam nowe umiejętności. Napisane programy komputerowe czy rozwiązane zadania sprawiały mi wiele radości i dawały satysfakcję z włożonego wysiłku. Posługiwanie się „nietwórczą" matematyką i stosowanie jej w praktyce jest dla mnie zajęciem twórczym i mam nadzieję, że takim pozostanie.

– Joanna Majewska

T. Bigaj analizuje pojęcie stosowalności matematyki, nastręczające wiele trudności tym, którzy zajmują się filozofią nauki. Kwestią kluczową jest już próba wskazania istoty zastosowania matematyki. Autor uznaje za nietrafne te metafory, które traktują matematykę jako język fizyki, jak np.: „Matematyka (...) jest logosem fizyki" (K. Maurin) czy „Stosowalność języka matematyki do formułowania praw fizyki jest cudownym darem" (E. P. Wigner). Stwierdza jednak, że nie budzi wątpliwości możliwość stosowania teorii matematycznych w obrębie matematyki czystej. Tak na przykład algebra może być stosowana w geometrii (geometria analityczna), a teoria grup – w teorii równań różniczkowych. (...) W wypadku zastosowań matematyki w naukach empirycznych stawia się pytanie o związek między obiektami matematycznymi a obiektami fizycznymi. Aby stosować teorię matematyczną do danej dziedziny empirycznej, wśród obiektów fizycznych wyróżnia się te, które odpowiadają terminom pierwotnym tej teorii. Poprawność zastosowania zależy od zachowania prawdziwości aksjomatów teorii przy danej interpretacji terminów pierwotnych. Tym samym teorie matematyczne nabierają znaczenia w konkretnych zastosowaniach. Innymi słowy, różnica między matematyką czystą a stosowaną jest różnicą semantyczną. (...)

– Agata Szałecka

(...) Popularne ujęcie różnicy między matematyką czystą a stosowaną odwołuje się do teorii mnogości, uważanej za fundamendalną teorię matematyczną. Matematyka czysta reprezentowana jest tu przez standardową teorię mnogości Zermela-Fraenkla (Z-F). Byty matematyczne tworzą w niej hierarchię nadbudowaną nad zbiorem pustym, której wielkość uzależniona jest od przyjętych wcześniej aksjomatów. Natomiast matematyka stosowana wyrażana jest w języku będącym rozszerzeniem owej standardowej teorii Z-F. Rozszerzenie to polega na przyjęciu dodatkowego aksjomatu gwarantującego istnienie obiektów niebędących zbiorami oraz dodaniu słownictwa niematematycznego. Minimalnym warunkiem koniecznym do formułowania zdań w rodzaju „To ciało jest dwa razy cięższe od tamtego" jest wprowadzenie dodatkowych formuł „mieszanych", czyli takich, które są spełniane przez pary składające się z obiektu matematycznego i obiektu fizycznego.

(...) Przykładem instrumentalnego wykorzystania teorii matematycznej może być zastosowanie teorii grup do wyznaczania niektórych własności dynamicznych cząstek mających określone symetrie. Metoda ta wykorzystywana jest często w chemii fizycznej do określania tzw. drgań własnych cząstek chemicznych. Kluczową kwestią w tej metodzie jest wyrażenie informacji o własnościach symetrii układu w języku matematycznym. Mamy tu wszystkie elementy instrumentalnego wykorzystania matematyki: od jakościowych przesłanek zaczynając, poprzez poziom matematyczny dochodzimy do wniosków o charakterze jakościowym. Metoda ta ma jednak pewne ograniczenia. Teoria grup, choć umożliwia elegancie i szybkie określenie jakościowego charakteru drgań własnych, nie jest w stanie podać ich charakterystyki liczbowej, np. częstości. Potrzebny jest tu opis ilościowy, któremu Bigaj poświęca kolejny rozdział swej książki.

– Romana Placzyńska

(...) Wysuwane są pewne zarzuty pod adresem koncepcji zakładającej, że aby zastosować daną teorię matematyczną, trzeba znaleźć jej model empiryczny. Nieraz bowiem stosuje się teorie matematyczne, które dosłownie rzecz biorąc nie mają żadnej empirycznej interpretacji. Tak na przykład przyjmuje się, że liczby zespolone nie mają sensu fizycznego, a jednak stosuje się je często w fizyce do opisu np. ruchu harmonicznego. Znakomicie upraszczają one bowiem formułowanie i badanie równań opisujących ten ruch – zamiast funkcji trygonometrycznych możemy zastosować tu wykładniczą funkcję zespoloną $e^{i?t}$ (zakładając, że sens fizyczny takiej funkcji ma tylko jej część rzeczywista). Liniowe równania różniczkowe opisujące ruch harmoniczny w wypadku funkcji zmiennej zespolonej sprowadzają się do prostych równań algebraicznych.

Drugi zarzut sprowadza się do tego, że omawiana koncepcja nie pozwala na dokonanie empirycznej interpretacji terminów danej teorii bez wcześniejszego odwołania się do pojęć matematycznych, a zatem nie wyjaśnia zadowalająco roli tych ostatnich. Gdybyśmy np. chcieli zastosować arytmetykę liczb rzeczywistych do procesu ważenia na wadze szalkowej, to nie moglibyśmy przypisać obiektów fizycznych liczbom rzeczywistym, gdybyśmy nie poszerzyli naszego modelu empirycznego (opisującego proces ważenia) m.in. o teorię pomiaru, która sformułuje operacyjne metody przypisywania terminom matematycznym ich empirycznych odpowiedników. (...)

Zastosowanie teorii matematycznej w dziedzinie empirycznej pociąga za sobą rozszerzenie słownictwa tej teorii. Matematyka stosowana wyrażona jest w języku będącym rozszerzeniem języka standardowej teorii mnogości Z-F. Przyjmuje się dodatkowy aksjomat, gwarantujący istnienie obiektów niebędących zbiorami (elementy pierwotne); rozszerzeniu ulega też słownictwo matematyczne tej teorii. Jak wiadomo, standardowa teoria mnogości zawiera co najmniej dwa aksjomaty, w których mogą występować formuły pozamatematyczne: aksjomat zastępowania i aksomat wyróżniania. Ten pierwszy głosi, że dla dowolnego zbioru i dla dowolnej formuły zdaniowej o jednej

zmiennej istnieje podzbiór tego zbioru, zawierający wszystkie jego elementy spełniające daną formułę. Aksjomat zastępowania stwierdza natomiast, że istnieje przeciwobraz danego zbioru w funkcji, wyrażalnej formułą dwuargumentową. „Jeśli teraz założymy – pisze Bigaj – że wśród formuł zdaniowych mogą znaleźć się formuły pozamatematyczne (...), to powyższe aksjomaty, przy założeniu, że zbiór elementów pierwotnych jest tożsamy ze zbiorem obiektów fizycznych, będą nam gwarantować istnienie pewnych jego podzbiorów (...) oraz całej hierarchii nad nimi nadbudowanej" (s. 69-70).

Istotną cechą teorii matematycznych wyrażonych w tak scharakteryzowanych języku jest jednak ich niezupełność. Innymi słowy, w języku teorii mnogości zawierającym elementy pierwotne i słownictwo pozamatematyczne istnieje możliwość sformułowania zdań nierozstrzygalnych przez tę teorię. (...)

– Alicja Tomaszewska

(...) Zasadniczą zagadką jest tutaj pytanie: Na czym polega ów związek pomiędzy światem obiektów matematycznych a światem obiektów fizycznych, umożliwiający nam wykorzystanie wiedzy o tych pierwszych w zdobywaniu informacji na temat drugich? (...) Omawiana przez Bigaja koncepcja matematyki stosowanej zakłada, że teorie matematyki czystej są formalnymi rachunkami, pozbawionymi jakiejkolwiek interpretacji i dopiero w zastosowaniach terminy matematyczne nabierają określonych znaczeń. (...)

Bardzo ciekawą próbę zastosowania matematyki w życiu codziennym podjęła mała Anna, bohaterka książki: Fynn, *Halo, Pan Bóg? Tu Anna...* (przeł. M. Borkowska OSB, Wydawnictwo: W Drodze, 2000). Anna nigdy nie miała trudności z oddzieleniem pojęcia „sześć" od sześciu jabłek i zastosowaniem go do sześciu autobusów. „Sześć" to było dla niej po prostu „tyle czegoś", chociaż i to nie wyczerpywało całej zawartości pojęcia szóstki.

Mała Anna ustaliła fakt, że każdy przedmiot – góra, mysz, piwonia czy sam król Jerzy we własnej osobie – rzuca cień. Jeśli ten cień ustawić prostopadle do ekranu, to wszystkie cienie wszystkich przedmiotów dają linię prostą. Rzucanie cienia wskazuje wyraźnie, że dana rzecz istnieje. Cień jest pozbawiony wielu takich cech rzeczy, których nie da się policzyć, jak czerwień lub słodycz. Pozostaje jednak jeszcze kształt. Cień zawiera zatem jeszcze dużo informacji o rzeczy. A ponieważ cienie są różne, można jeszcze pozbyć się jakichś cech. Skoro więc cień „gubi" pewne cechy, to można przypuszczać, że cień cienia „zgubi" ich jeszcze więcej. I rzeczywiście „gubi", ale tylko, jeśli będziemy trzymać go prostopadle do ekranu – wtedy cienie wszystkich rzeczy stają się kreskami. Kreski te mają jednak jeszcze różne długości, ale teraz rozwiązanie jest już proste: trzeba rzucić na ekran cienie tych kresek. Tym, co wszystkie rzeczy miały ze sobą wspólnego, tym, co można już policzyć, jest cień cienia, czyli kropka. W ten sposób pozbyliśmy się ostatnich strzępów niepoliczalnych cech przedmiotów. Zostało to, co policzalne.

Zredukowawszy wszystkie rzeczy do wspólnej im istoty, czyli kropki, Anna zaczęła ten proces odwracać, zakładając, że każdy cień może być cieniem czegoś bardziej złożonego. Kropkę rozwinęła w kreskę, kreskę – w kształt, kształt – w przedmiot, przedmiot – w ... W przeciwieństwie jednak do procesu „zwijania", którego kresem jest kropka, nie wiadomo, co miałoby być kresem owego procesu rozwijania cieni. Jeśli nasz wszechświat jest „cieniem" czegoś tak złożonego, co już dalej nie może być „cieniem" czegoś innego, to tym „czymś" może być jedynie ... Bóg. W ten sposób mała Anna ujęła w swej wyobraźni krańce nieskończonego ciągu wymiarów: na jednym krańcu tego ciągu była kropka, a na drugim – Bóg. W ten sposób dokonała ona niezwykłego zastosowania matematyki, jakim było przejście od bezwymiarowego punktu do nieskończenie wielewymiarowego Boga.

– Magdalena Lemańska

Oprac. Stefan Zabieglik
Wydział Zarządzania i Ekonomii

Lament porzuconego matematyka

Ach, powiedz, cóż jam był Ci winien,
by zrywać naszych funkcji sploty?
Dlaczego naszych marzeń linie,
to dziś rozbieżne asymptoty?

Dlaczego Ty nie dałaś mi
pod znak wejść swojej całki?
I kiedy „kocham" szeptałem Ci,
drwiłaś: Koszałki, opałki!...

Ja byłem jak punkt stały,
ja byłem Ci tak wierny!
Ciebie szeregi innych miały!
Tyś funkcją wielu zmiennych!

I jako ten punkt stały,
popadłem już w fiksację,
a Tobie tylko w głowie
wariacje, permutacje...

Ileż mi w mąk spirali
wytrzymać przyjdzie jeszcze?
I gdzie jest ta granica
mojego ciągu nieszczęść?

Nieszczęsne moje ciało,
nieszczęsna moja dusza!
Jak mam się sam wyplątać
ze wstęgi tej Möbiusa?

Czy mam się zróżniczkować?
Czy unicestwić zgoła?
Co chce mi los zgotować
w tej kwadraturze koła?!

O, mój ty wielomianie,
co stopień masz obniżony,
czy będę kiedyś miał z Tobą
pierwiastek zespolony?

Swą przyszłość widzę marną,
jak pusty zbiór zostanę ...
W nieskończoności otchłań czarną
ulecą sny przerwane.

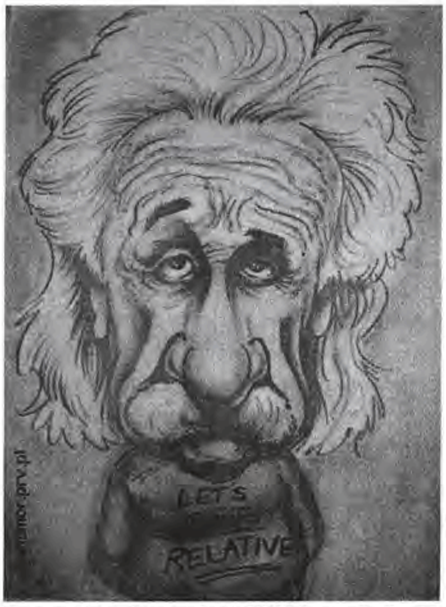
W życiowej poniewierce
pochłoną mnie przestrzenie,
a me zbolałe żalem serce
w liść Kartezjusza zamienię,

który opadnie lada dzień
– torem nie stycznym do Twego! –
Zostanie może z niego cień ...
ciągu Fibonacciego? *

*Własności ciągu Fibonacciego są wykorzystywane m.in. w botanice do klasyfikacji liści.

Stefan Zabieglik
Wydział Zarządzania i Ekonomii

Samorząd – z czym to się je?



Po tygodniu działania w WRS-ie wyglądamy gorzej niż On... ;)

„Członkowie Wydziałowej Rady Studentów niosą pomoc swoim kolegom i koleżankom, przesuwają terminy egzaminów, dbają o dobro studentów w ramach poszczególnych wydziałów. Oczywiście organizują Dni Wydziału, otrzęsiny i inne imprezy wydziałowe."

Taką informację o samorządach studenckich poszczególnych wydziałów można przeczytać na stronach Samorządu Studentów Politechniki Gdańskiej. Wszystko brzmi pięknie i niewinnie. Jak jest w rzeczywistości, jeśli chodzi o nasz wydziałowy samorząd? Czasami jest pięknie. Niestety bardzo rzadko. Czemu? Działalność w WRS-ie to przede wszystkim ciężka praca. Nieraz trzeba poświęcić czas i organizować jakieś przedsięwzięcie, nie zwracając uwagi na fakt, że znajomi właśnie wybierają się do kina lub na imprezę. Czasami trzeba biegać po całej Politechnice, by dopełnić formalności. Do tego dochodzą studenci z różnymi problemami, począwszy od kłopotów ze znalezieniem danej sali, na groźbie wyrzucenia z uczelni kończąc. Wszystko to kosztem prywatnego czasu.

Nasuwa się pytanie: po co to wszystko? Najprostsza odpowiedź, której niestety udziela większość studentów naszego Wydziału, brzmi bardzo ciekawie: dla pieniędzy, dla prywatnych korzyści, by zaliczać przedmioty za sam fakt bycia w samorządzie. Nic bardziej mylnego. Jakie korzyści odnosimy my, członkowie WRS-u? Bardzo duże. Jest to satysfakcja i radość, gdy uda się pomóc jakiemuś studentowi. Jest to również zadowolenie z udanej, organizowanej przez nas imprezy. Ale przede wszystkim jest to ogromne doświadczenie w sposobie porozumiewania się z ludźmi reprezentującymi różne poglądy i stanowiska. Musimy nauczyć się, jak rozmawiać z wykładowcą, a jak ze studentem, by żadnego z nich nie urazić. Rozwiązywanie wszelkiego rodzaju konfliktów między studentami a wykładowcami, to również nasze zadanie. Musimy również nauczyć się odpowiedzialności za to, co robimy. Każdy wydatek związany z organizacją jakiegokolwiek wydarzenia musi być rozliczony. Każdy sprzęt nam wypożyczony musimy zwrócić w stanie nienaruszonym, albo zapłacić za niego w przypadku jego zniszczenia. Każde zobowiązanie musimy wypełnić do końca. Bez względu na to, czy ewentualne braki powstały z naszej winy, czy też z przyczyn od nas niezależnych. Wszystko to powoduje, że nabyte przez nas umiejętności okazują się bardzo pomocne, np. w czasie poszukiwania pracy. Działalność na rzecz Samorządu można bez żadnych oporów wpisać sobie w CV i być z niej dumnym przez całe życie.

Niestety, ostatnio można zauważyć mocno obniżone zainteresowanie działalnością w WRS-ie. Już w tym roku były problemy ze znalezieniem odpowiedniej liczby kandydatów do wydziałowego samorządu. Jest to tym bardziej niepokojące, że w ciągu ostatnich lat liczba studentów naszego Wydziału się podwoiła. Nie wiem, czy zjawisko to jest spowodowane brakiem zainteresowania tego rodzaju działalnością, czy też może brakiem dostępu do rzetelnej i konkretnej informacji na temat możliwości włączenia się w naszą pracę. Korzystając z okazji, chciałbym zachęcić wszystkich do włączenia się w pracę naszego grona. Kontakty do nas można znaleźć na stronie internetowej: www.samstud.pg.gda.pl w zakładce WRS/FTiMS. Zapraszam serdecznie do dzielenia się z nami waszymi opiniami, uwagami, czy też pomysłami. Zaproszenie kieruję również do wykładowców. Mam nadzieję, że pomoże nam to w ożywieniu życia na naszym Wydziale.

Marek Kujawski
Student Wydziału Fizyki Technicznej i Matematyki Stosowanej

Jak zatrudniałem się na PG

historia trochę straszna, a trochę śmieszna

Przy okazji załatwiania formalności związanych z tzw. kapitałem początkowym wyszło na jaw, iż właściwie nie wiadomo, od kiedy pracuję na Politechnice. Zależnie jak liczyć, mój staż pracy zmieniał się o mniej więcej 3 lata. W dokumentach nic się nie zgadza, nawet data wygaśnięcia okresu próbnego nie figuruje w kalendarzu. Kryje się za tym wszystkim historia, którą może warto opowiedzieć w kontekście rocznicowych wspomnień. Specjalny numer „Pisma PG" poświęcony Wydziałowi FTiMS stwarza jedyną w swoim rodzaju okazję, by oddać sprawiedliwość paru osobom. Mam nadzieję, iż Czytelnik wybaczy egocentryczną perspektywę tej opowieści.

Muszę niestety zacząć od początku, czyli od stanu wojennego. Jako student III roku fizyki na UG zostałem wtedy skazany przez Sąd Marynarki Wojennej na trzy lata więzienia, z czego odsiedziałem niemal rok. W ogóle rodzina samych kryminalistów: matka skazana na 10 lat więzienia, Więzień Roku 1982 Amnesty International; teść – którego imieniem jest dziś nazwane jedno z audytoriów na PG – półtora roku więzienia... Z takim *curriculum* nie miałem szans na pracę na uczelni. Do tego nie byłem prymusem, na życie zarabiałem jako taternik, malując kominy już od liceum, fizykę traktując hobbistycznie i właściwie nie robiąc planów na

przyszłość. Jedyny konkretny plan, jaki miałem, to odmowa służby wojskowej po studiach. Nie byłem pacyfistą, lecz po doświadczeniach grudnia 1981 i Czechosłowacji 1968 uważałem sprzeciw wobec komunistycznej armii za rzecz zasadniczą – to jednak osobna historia.

Natomiast wcześnie zacząłem pracować naukowo. Pierwszym problemem, jaki samodzielnie zaatakowałem, była kwestia relatywistycznych poprawek do tzw. średniej bellowskiej dla elektronów. Było to jeszcze na III roku, a samo zagadnienie podsunął mi mój ówczesny nauczyciel mechaniki kwantowej, Ryszard Horodecki. Problem rozwiązałem i opisałem w 1984 r. Byłem wciąż jeszcze na IV roku, podczas urlopu dziekańskiego, wziętego dla poratowania sił psychicznych po wyjściu z więzienia. Tak się złożyło, że odwiedził wtedy Gdańsk na zaproszenie Gdańskiego Towarzystwa Fizycznego prof. J.-P. Vigier, ostatni uczeń de Broglie'a. Pokazałem mu maszynopis artykułu, na co on zaproponował mi kontynuację studiów w Paryżu. Oczywiście, nigdzie nie pojechałem, gdyż nie dostałem paszportu.

Vigier zjawił się w Gdańsku ponownie w 1987 r. na konferencji „Problems in Quantum Physics". Zarabiałem na życie po studiach jako malarz wysokościowy w ASP „Absolwent". Odesłałem już wtedy książeczkę wojskową, odmawiając służby wojskowej z powodów politycznych, i w każdej chwili spodziewałem się aresztowania.

Po mym referacie na konferencji, wróciliśmy do kwestii wyjazdu do Francji. Vigier sugerował francuskie stypendium rządowe. Pomijając brak paszportu, okazało się, że dodatkowo jest problem formalny – nie mogę być stypendystą, będąc zatrudnionym jako malarz wysokościowy. Nie miałem szans na pracę na UG, postanowiłem więc wybadać sytuację na Politechnice.

Gdy oglądałem ogłoszenia i komunikaty wywieszone w gablotach WFTiMS, natknąłem się na kolegę z roku, Marka Baucia, który pracował – jak się dowiedziałem – w Pracowni Dielektryków i Półprzewodników Organicznych doc. Bronisława Jachyma. Zaproponował, żebym porozmawiał szczerze z jego szefem. Poszliśmy więc do p. Jachyma i powiedziałem otwarcie, jak sprawy stoją: że mam propozycję wyjazdu do Francji i szukam jakiegoś zaczepienia na uczelni, ale jestem spalony politycznie i jak się partia zorientuje, kto zacz, to na pewno mnie nie przyjmą – na dodatek nie posiadam książeczki wojskowej, która jest wymaganym dokumentem.

Pan Jachym wysłuchał mnie i kazał opowiedzieć, czym się zajmuję. Mówiłem więc o nierówności Bella, stanach splątanych, problemie średnich EPR-owskich dla elektronów Diraca, itd. Słuchał mnie chyba z półtorej godziny, po czym stwierdził, iż mu się podobam i uważa, że powinienem pracować na uczelni. Umówiliśmy się, że zatrudni mnie na etacie technicznym, bo tu nie jest potrzebna zgoda PZPR i może się nie zorientują. Jak dostanę stypendium, wyjadę, a jak nie – zostanę na PG. Na szczęście miałem zanotowany numer książeczki wojskowej, więc mogłem wypełnić stosowne papiery, a nikt nie poprosił o oryginał dokumentu. Na wniosku o przyjęcie do pracy figuruje okres próbny: 11 listopada 1987 – 31 stycznia 1988. Pech chciał, że pani z kadr, odpowiedzialna za wypisanie świadectwa zatrudnienia, była akurat na zwolnieniu lekarskim.

W Pracowni doc. Jachyma zdążyłem popracować kilka dni, po czym zostałem aresztowany. Cały nasz spisek, rzecz jasna, się wydał. Odpowiednie „służby" natychmiast wkroczyły do akcji, dyrektor administracyjny PG, pan W., przerobił datę 31-01-88 na 31-11-87. Na moje szczęście, w swej arogancji dyrektor W. nie wysilił się nawet, żeby przepisać dokument na czysto z nową datą, przeoczył również drobny szczegół, że listopad nie ma 31 dni.

„Służby" uznały pewnie szkodę za naprawioną, a władze uczelni w sposób nieprzyjemny wytłumaczyły mojej żonie, żeby siedziała cicho. Dla wszystkich było jasne, że na co najmniej dwa lata moja osoba znikła z horyzontu.

Życie jest jednak bardziej skomplikowane i płata niespodzianki. Na PG i UG po moim aresztowaniu zrobiło się zamieszanie. Koledzy zbierali podpisy pod petycjami o moje uwolnienie, poparli mnie „objectorzy" z ruchu Wolność i Pokój, kolejna osoba odmówiła służby wojskowej, wyjaśniając, iż protestuje w ten sposób przeciwko mojemu uwięzieniu, uaktywnili się przyjaciele, znajomi i nieznajomi z zagranicy, list do Sądu Marynarki Wojennej przysłał prof. Vigier, doc. Jachym dwoił się i troił, żeby mnie wyciągnąć i przywrócić do pracy, o sprawie informowała Wolna Europa... No i do tego był już niemal rok 1988.

W każdym razie, ku zaskoczeniu wszystkich zainteresowanych stron, Sąd Marynarki Wojennej zamiast zwyczajowych 3 lat wymierzył mi grzywnę, zapłaconą zresztą natychmiast ze społecznych składek, i wypuścił po 42 dniach na wolność. Gdy zjawiłem się jednak w grudniu 1987 r. w pracy, okazało się, że „okres próbny wygasł".

Historia ta ciągnęła się dłuższy czas, było jeszcze kilka procesów i innych perypetii – szczegóły nie są w tej chwili istotne. Kres rozprawom przed sądami wojskowymi położyła dopiero amnestia dla więźniów politycznych uchwalona z okazji „okrągłego stołu" na wiosnę 1989 r.

Natomiast nie był to jeszcze wcale *happy end* całej opowieści. Gdy tylko uchwalono ustawę o ponownym zatrudnianiu osób zwolnionych z przyczyn politycznych, doc. Jachym wystąpił do władz PG o przywrócenie mnie do pracy. I tu okazało się, iż PG wcale nie ma zamiaru mnie zatrudnić. Radca prawny uczelni nie dopatrzył się uchybień – ot, po prostu wygasł okres próbny. Dyrektor W. sprawował swoją funkcję jeszcze parę lat, do emerytury. Na szczęście doc. Jachym był w posiadaniu kserokopii sfałszowanego dokumentu. Zaskarżył w moim imieniu Politechnikę przed Społeczną Komisją Pojednawczą i – sprawę wygrał. PG została *skazana* na przywrócenie mnie do pracy.

A mój artykuł o nierówności Bella dla relatywistycznych elektronów opublikował dopiero w 1997 r. Physical Review, w 13 lat po powstaniu pierwszej wersji. Pomimo takiego poślizgu, była to wciąż pierwsza praca omawiająca relatywistyczne efekty w kontekście kwantowej teorii informacji.

Marek Czachor
Wydział Fizyki Technicznej i Matematyki Stosowanej



DBAJMY O JĘZYK !

Nie tylko dla matematyków...

Matematycy unikają zwykłego języka, starając się wyrazić prawie wszystko za pomocą symboli. Stąd też popełniają oni chyba najmniej błędów językowych (tak jak rozumieją je językoznwcy). Niemniej jednak jest to możliwe. Oto kilka przykładów potencjalnych trudności.

Dopełniacz rzeczownika *punkt* ma formę: ***punktu*** (a nie „*punkta*"), podobnie *procent* – formę **procentu** (a nie: „*procenta*"). Przy okazji zauważmy, że *procent* w liczbie mnogiej ma w mianowniku (M), dopełniaczu (D) i bierniku (B) formę ***procent***. Należy zatem mówić: Dwa, trzy, pięć, dziesięć, sto, dwa i pół, pięć i trzy czwarte ***procent***. Innym zagadnieniem jest nieodróżnianie *procentu* od *punktu procentowego*; tym ostatnim pojęciem można posłużyć się wtedy, gdy porównujemy zmianę wielkości podanych w procentach (stwierdzenie: „stopa procentowa zmniejszyła się o dwa punkty procentowe" może oznaczać, że poprzednio stopa ta wynosiła np. 5 procent, a obecnie wynosi 3 procent).

Dopełniacz rzeczownika *linia* ma formę: ***linii*** (a nie „*lini*").

Dopełniacz rzeczownika *graf* (obiekt matematyczny złożony z wierzchołków i krawędzi) ma formę: ***grafu*** (a nie: „*grafa*"; ta ostatnia forma występuje w wypadku rzeczownika *graf* w znaczeniu *hrabia*).

Liczebnik porządkowy odpowiadający liczbie 1000 ma formy oboczne: ***tysiączny*** albo ***tysięczny***.

Liczebnik porządkowy od liczebnika głównego *2004* winien być czytany jako ***dwa tysiące czwarty*** (a nie: „*dwutysięczny czwarty*"). Powinniśmy zatem mówić: *Obecnie mamy rok* ***dwa tysiące czwarty***.

Co się tyczy akcentu wyrazowego, to językoznawcy za wzorcową uznają wymowę ***matematyka*** (z akcentem na trzeciej sylabie od końca). *Nowy słownik poprawnej polszczyzny* aprobuje jednak akcentowanie *matematyka* w języku potocznym.

Nazwisko ***Pierre de Laplace*** odmienia się następująco: DB. *Pierre'a de Laplace'a* (albo *Pierre'a de Laplace*), N. *z Pierre'em de Laplace'em* (a. *z Pierre'em de Laplace*), Ms. *o Pierze de Laplasie* (a. *o Pierze de Laplace*); natomiast nazwisko innego matematyka, ***Henri Poincaré***, odmienia się następująco: DB. *Henri* (a. *Henriego*) *Poincarégo* (a. *Poincaré*), Ms. *o Henri* (a. *o Henrim*) *Poincarém* (a. *Poincaré*). [zob. J. Grzenia, *Słownik nazw własnych*].

W algebrze stosujemy wzory ***Viéte'a***, wym. *Wjeta* (a nie: „*Viety*") [François Viéte (1540-1603), matematyk francuski].

Liczebnik ułamkowy ***półtora*** ma dla rodzaju żeńskiego formę ***półtorej***. Należy zatem mówić: ***półtora roku***, ***półtora ciastka*** i ***półtorej godziny***. Niektórzy Polacy nie są jednak świadomi tego rozróżnienia i mówią np. „*półtorej miesiąca*"!

I wreszcie ostatnia, chyba beznadziejna sprawa. Matematycy wiedzą, że **alternatywa** to dwie wyłączające się możliwości lub sytuacja wymagająca wyboru między dwiema wyłączającymi się możliwościami. Tymczasem prawie wszyscy nasi żurnaliści i politycy mówią np., że dla czegoś tam „nie ma alternatywy", choć mają na myśli, iż w danej sytuacji nie ma możliwości wyboru.

* * *

W bazie pytań i odpowiedzi Poradni Językowej PWN (http://slowniki.pwn.pl/poradnia/) znalazłem następujące pytania skierowane do językoznawców:

– *Jak brzmi nazwa litery V?* Odp.: W polszczyźnie ogólnej przyjęte jest oznaczanie litery *V* dźwiękiem „fał". Nazwy „we" używają chyba tylko przedstawiciele nauk matematyczno-przyrodniczych. (dr Mirosław Bańko)

– *Czy wyraz* ***punkt*** *należy uznać za pojęcie matematyczno-fizyczne i wobec tego jego skrót* ***pkt*** *w przypadkach zależnych pisać bez kropki, czy raczej traktować jak „zwykły" rzeczownik i stawiać kropkę w dopełniaczu itd. (jak w skrótach* ***mgr, dr, bp*** *itp.)?* Odp.: *Słownik skrótów i skrótowców* Jerzego Podrackiego wyjaśnia, że skrót ten pisze się bez kropki także w przypadkach zależnych.

– *Instytut* ***Matematyki*** *czy Instytut* ***Matematyczny****? Która forma jest poprawna?* Odp.: Obie formy są poprawne, a wybór między nimi może zależeć od tradycji. Sytuacja taka nie jest odosobniona, por. *Instytut Pedagogiczny – Instytut Pedagogiki* i in. Większość instytutów naukowych ma obecnie nazwę zbudowaną według modelu „rzeczownik + rzeczownik", dlatego jeśli chodzi o znalezienie nazwy neutralnej, nie zwracającej uwagi, to *Instytut **Matematyki*** jest propozycją odpowiedniejszą. (dr Mirosław Bańko)

– *Jeśli wielokropek zbiega się z przecinkiem, przecinek opuszczamy. Czy zasada ta obowiązuje również przy zapisach matematycznych?* Odp.: Przepisy ortograficzne regulują interpunkcję przede wszystkim w zwykłych tekstach. O tym, jak rozmieszczać znaki interpunkcyjne w formułach logicznych, matematycznych itp., decyduje raczej zwyczaj przyjęty wśród ludzi, którzy takie formuły tworzą i drukują. W książkach matematycznych przyjęto zapisywać ciągi liczbowe następująco: $a_1, a_2, ..., a_n, ...$ (dr Mirosław Bańko)

– *Jaka powinna być interpunkcja w często spotykanym w pracach matematycznych zdaniu: „$m < n$ wtedy i tylko wtedy, gdy istnieje dodatnia liczba k, taka że $m + k = n$"? Czy drugi przecinek powinien być postawiony przed słowem* ***taka****, czy pomiędzy słowami* ***taka i że****?* Odp.: Są dwie możliwości, różniące się szykiem: „taka liczba k, że..." albo „liczba k, taka że...". Za pierwszym razem akcent zdaniowy pada na słowo *taka*, za drugim na słowo *k*. Podobna sytuacja, gdy miejsce przecinka zależy od akcentu, dotyczy zdań z „dlatego że". Na przykład: „Cieszę się *dlatego*, że przyjechałaś", ale „Cieszę się, dlatego że *przyjechałaś*" (wyrazy akcentowane wyróżnione kursywą).

Stefan Zabieglik
Wydział Zarządzania i Ekonomii

Z kalendarza JM Rektora

Luty 2004

✔ **25 lutego**. *Klub Akademicki Politechniki Gdańskiej „Kwadratowa". Posiedzenie Senatu Politechniki Gdańskiej, na którym miało miejsce podpisanie umowy o współpracy Politechniki z firmą Jabil Circuit Poland Sp. z o.o. z Kwidzyna, reprezentowaną przez prezesa firmy pana Andrzeja Gołygę.*

✔ **26 lutego**. *Siedziba GTN w Gdańsku. Posiedzenie Zarządu GTN.*

Marzec 2004

✔ **1 marca**. *Sala Prezydialna Pomorskiego Urzędu Wojewódzkiego. Na zaproszenie Wojewody Pomorskiego Jana Ryszarda Kurylczyka Rektor wziął udział w spotkaniu parlamentarzystów województwa pomorskiego, na którym zaprezentował projekt ustawy „prawo o szkolnictwie wyższym".*

✔ **3 marca**. *Sala 300 w Gmachu Głównym Politechniki Gdańskiej. Zakończenie kursu Firmy Symulacyjnej i inauguracja wykładów ABC prowadzenia biznesu połączone z podpisaniem umowy o współpracy Politechniki z NOT-em reprezentowanym przez profesora Tadeusza Jednorała.*

✔ **3 marca**. *Sala Kolegialna w Gmachu Głównym Politechniki Gdańskiej. Na zaproszenie Rektora w spotkaniu udział wzięli:*

- *Jan Zarębski – Gdański Związek Pracodawców*
- *Maciej Dobrzyniecki – Konsul Honorowy Hiszpanii*
- *Andrzej Ubertowski – Polnord Gdańsk*
- *Piotr Soyka – Gdańska Stocznia Remontowa*
- *Jacek Jettmar – Stowarzyszenie Absolwentów PG*
- *Jan Kozłowski – Marszałek Województwa Pomorskiego.*

Spotkanie dotyczyło ocenienia sytuacji ekonomiczno-politycznej województwa pomorskiego.

✔ **4 marca**. *Audytorium I w gmachu Wydziału Zarządzania i Ekonomii Politechniki Gdańskiej. Na zaproszenie Rektora Premier Jan Krzysztof Bielecki wygłosił wykład pt: „O kreatywnej etyce".*

✔ **4 marca**. *Ratusz Głównomiejski w Gdańsku. Spotkanie z ambasadorem Litwy panem Dariusem Degustisem w związku z planowanym otwarciem Konsulatu Honorowego Litwy.*

✔ **5 marca**. *Rektor przyjął ambasadora Litwy pana Dariusa Degustisa.*

✔ **5 marca**. *Dwór Artusa w Gdańsku. Uroczystość wręczenia Nagród Miasta Gdańska w dziedzinie kultury oraz Tytułu Mecenasa Kultury za rok 2003 dla Politechniki Gdańskiej.*

✔ **6 marca**. *Duża hala wystawiennicza EXPO XXI w Warszawie. Na zaproszenie organizatorów Rektor przewodniczył dyskusji panelowej o matematyce pt.: „Matematyka – szansa czy zmora?".*

✔ **18 marca**. *Centrum Chemii Polimerów PAN w Zabrzu. Posiedzenie Rady Naukowej Centrum Chemii Polimerów.*

✔ **20 marca**. *Sala Wielka Zamku Królewskiego w Warszawie. Na zaproszenie Fundacji na Rzecz Nauki Polskiej Rektor wziął udział w uroczystości wręczenia dyplomów laureatom konkursu „Stypendia krajowe dla młodych naukowców". Wśród laureatów znaleźli się pracownicy Politechniki Gdańskiej:*

- *dr inż. Piotr Kozakowski – WETI*
- *mgr inż. Wojciech Witkowski – WIL*
- *dr inż. Michał Małafiejski – WETI (przedłużenie).*

✔ **25 marca**. *Ratusz Staromiejski w Gdańsku. Na zaproszenie Marszałka Jana Kozłowskiego Rektor wziął udział w konferencji pt.: „Zintegrowany Program Operacyjny Rozwoju Regionalnego – szansa dla regionu".*

✔ **26 marca**. *Sala 418 w skrzydle B Gmachu Głównego Politechniki Gdańskiej. Rektor otworzył plenarne spotkanie członków Konsorcjum Uczelni Technicznych powołanego w celu koordynacji działań w zakresie dokształcania na odległość młodzieży szkół średnich z matematyki i fizyki.*

✔ **27 marca**. *Żaglowiec „Dar Pomorza" w Gdyni. V Zwyczajny Zjazd Przedstawicieli Towarzystwa Przyjaciół „Daru Pomorza".*

✔ **28 marca**. *Gmach Opery Bałtyckiej w Gdańsku. Wręczenie statuetek „Złotych Żyraf" postaciom ze świata kultury, nauki, polityki i biznesu za dokonania na rzecz naszego regionu. Wśród laureatów znalazł się prof. dr hab. inż. Andrzej Czyżewski z Politechniki Gdańskiej, który otrzymał nagrodę „Za Styl Kreowania Myśli Naukowo-Technicznej".*

✔ **29 marca**. *Siedziba Zarządu Regionu Gdańskiego NSZZ „Solidarność" w Gdańsku. Konferencja Regionalna pt.: „Rybołówstwo i małe porty w rozwoju".*

✔ **29 marca**. *Urząd Wojewódzki w Gdańsku. Posiedzenie Komitetu Sterującego ds. Regionalnej Strategii Innowacji dla Województwa Pomorskiego.*

✔ **31 marca**. *Rektor przyjął gości z Politechniki w Kaliningradzie. W spotkaniu udział wzięli:*

- *profesor Victor Ivanov – Rektor Politechniki w Kaliningradzie,*
- *profesor Anatoly Zagorodny – Politechnika w Kaliningradzie,*
- *profesor Wojciech Sadowski – prorektor ds. współpracy ze środowiskiem gospodarczym i inicjatyw europejskich Politechniki Gdańskiej.*

✔ **31 marca**. *Hotel „Rezydent" w Sopocie. Rektor wziął udział w spotkaniu Business Centre Club, gdzie wręczony mu został tytuł „Honorowego Członka BCC".*

✔ **31 marca**. *Rektor spotkał się z panem Dariuszem Szymczychą, Sekretarzem Stanu w kancelarii prezydenta RP. W czasie spotkania omówiono stan przygotowań do obchodów roku jubileuszowego Politechniki Gdańskiej.*

Kwiecień 2004

✔ **1-4 kwietnia**. *Marsylia. Konferencja EUA (European University Association) pt. „Universities & Society: Engaging Stakeholders."*

✔ **5 kwietnia**. *Rektor przyjął przedstawicieli władz miasta Grudziądza. W spotkaniu udział wzięli:*

- *Andrzej Wiśniewski – prezydent Miasta Grudziądza,*
- *Ewa Czarnecka – kierownik Wydziału Oświaty Urzędu Miasta w Grudziądzu,*
- *Mirosława Wojtaszewska – dyrektor Zespołu Szkół Technicznych w Grudziądzu,*
- *Profesor Paweł Zimny – dziekan Wydziału Elektrotechniki i Automatyki Politechniki Gdańskiej,*
- *Profesor Władysław Koc – prodziekan ds. kształcenia Politechniki Gdańskiej.*

Spotkanie dotyczyło oferty dydaktycznej Politechniki Gdańskiej dla miasta Grudziądza.

✔ **6 kwietnia**. *Jubileusz 15-lecia „Politechniki Otwartej", podczas którego Rektor wygłosił wykład pt. „Moje przygody z plastyką, chemią i muzyką".*

Piotr Markowski
Rektorat

„Pokazówka"

Nieodzowną częścią wykładów z fizyki są eksperymenty pokazowe. Celem tych eksperymentów jest ilustracja praw fizyki lub pokazanie ich zastosowań. Często eksperymenty pokazowe zadziwiają czy intrygują słuchaczy i w następstwie pobudzają do myślenia. Wykładowca demonstrujący doświadczenia podobny jest czasem do iluzjonisty, z tą różnicą, że celem wykładowcy nie jest wprowadzenie słuchacza w błąd, lecz olśnienie jego wyobraźni. Nieodzownym elementem każdego pokazu jest jego poprawna interpretacja. Niektóre, zwłaszcza bardzo efektowne eksperymenty na zawsze pozostają w pamięci słuchaczy. Przykładem tego może być wspomnienie pewnego profesora o eksperymencie, który wiele lat temu jako student oglądał na wykładzie prof. Arkadiusza Piekary. W eksperymencie tym demonstrowane było przewodnictwo elektryczne szkła. W temperaturze pokojowej obwód elektryczny składający się z rurki szklanej wykonanej ze szkła sodowego, włączonej w szereg z żarówką, i podłączony do napięcia nie przewodził prądu elektrycznego. Po podgrzaniu rurki do odpowiedniej temperatury za pomocą palnika gazowego przewodnictwo jonowe szkła wzrasta tak silnie, że przewodzi ona prąd elektryczny i żarówka zaczyna świecić jasnym blaskiem. Ten interesujący eksperyment jest również i teraz często pokazywany na wykładach. O wykładach prof. Piekary, a zwłaszcza eksperymentach pokazowych na jego wykładach krążą do dziś jeszcze liczne legendy. Większość przyrządów przedstawionych na zdjęciach w jego podręcznikach „Mechanika", czy „Elektryczność i budowa materii" znajduje się jeszcze w naszych zbiorach.

Inny z moich kolegów opisywał mi eksperyment, który zrobił na nim wielkie wrażenie podczas wykładu profesora Bojarskiego. W eksperymencie tym kilku zaproszonych z sali studentów utworzyło szereg, trzymając się za ręce. Gdy pierwszy z nich zbliżył rękę do uzwojenia wtórnego transformatora Tesli, wówczas długa świetlówka trzymana w ręku ostatniego studenta rozświetlała się.

Do często pokazywanych eksperymentów, które zaskakują słuchaczy, należą między innymi: eksperymenty z dynamiki bryły sztywnej (precesja koła rowerowego, siły giroskopowe, bączki japońskie), eksperymenty z elektryczności, czy eksperymenty z ciekłym powietrzem.

Matematyczne sformułowania praw fizyki stają się bardziej zrozumiałe, gdy zostaną one zilustrowane stosownymi eksperymentami.

Element zaskoczenia podczas pokazów jest również niezwykle ważny. Tak np. dr Bujko podczas wykładów z elektrostatyki demonstrował rozładowanie kondensatora. W tym celu przynosił on na wykład uprzednio naładowany do napięcia kilku tysięcy woltów ogromny kondensator, którego biegunów dotykał kolejno palcem. Następnie wyjaśniał słuchaczom, że gdy dotknie się tylko jednej elektrody, to ładunek nie spłynie z tej elektrody, gdyż jest utrzymywany przez ładunek przeciwnego znaku znajdujący się na drugiej okładce kondensatora. Rozładowanie kondensatora przeprowadzał, zwierając obie końcówki okładek za pomocą kombinerek, które wyjmował z kieszeni zawsze pełnych różnych dziwnych rzeczy. Potężny grzmot i błysk towarzyszący rozładowaniu podrywał słuchaczy na równe nogi.

Czasem zdarza się, że eksperyment nie udaje się, co staje się zwykle przyczyną uciechy studentów i zakłopotania wykładowcy.

Na wykładach zdarzały się czasem zabawne sytuacje. Profesor Adamczewski przynosił na wykłady nakręcony budzik, który miał dzwonieniem informować go, kiedy ma kończyć wykład. Studenci podczas przerwy podchodzili do stołu, oglądali z bliska wystawione przyrządy i przestawiali budzik na inną godzinę. Dzwonienie budzika w środku wykładu budziło ogólną wesołość.

O sukcesie eksperymentów pokazowych z fizyki decydują trzy czynniki: wykładowcy, demonstratorzy oraz przyrządy, którymi oni dysponują. Trzeba przyznać, że ludzie, którzy związali się z „Pokazówką", zawsze poświęcali przygotowaniu eksperymentów pokazowych wiele serca i czasu. Tak było od początku, gdy pracowały tu kolejno: pani Honorata Hajdukowa, pani mgr inż. Regina Bujkowa, pani mgr inż. Ludmiła Kaczyńska, czy pan Witold Puk. Tak jest także i dziś, gdy pracują tu: mgr inż. A. Kozłowski, inż. J. Skrzypecki, inż. R. Wojtaś i starszy technik W. Danielak.

Szczególny szacunek i poważanie zdobyła sobie Pani Honorata Hajdukowa za swą wieloletnią pracę oraz osiągnięte mistrzostwo w przygotowaniu eksperymentów pokazowych. Po jej przejściu na emeryturę ustanowiona została nazwana jej imieniem nagroda i statuetka z napisem H, przyznawana najlepszemu, zdaniem wszystkich wykładowców, demonstratorowi wśród asystentów wykonujących pokazy. Pamiętam, jak pani Honorata opowiadała mi, że kiedyś przez wiele godzin



Model wahadła Foucaulta.



Kamerton z rezonatorem Helmholtza

fot. Jerzy Kulas

starała się przygotować pokaz dyfrakcji Fresnela na otworze. Mimo licznych prób, w których stosowała jako źródło światła lampę łukową oraz różne zestawy soczewek, nie udawało jej się to. Dopiero późnym wieczorem, po sugestii profesora Gzowskiego, by usunęła soczewki z układu i zwiększyła odległość źródła od ekranu, udało jej się to zjawisko zademonstrować.

Również pani mgr inż. Ludmiła Kaczyńska, która przez wiele lat kierowała „Pokazówką", zasłużyła sobie na wdzięczną pamięć. Wielu młodych wykładowców właśnie jej zawdzięcza nabranie wprawy w przeprowadzaniu trudnych eksperymentów pokazowych. Dzięki jej wysiłkom wiele starych eksponatów zachowało się w naszych zbiorach i zostało odremontowanych.

Obecnie od kilku lat corocznie odbywają się ogólnopolskie spotkania demonstratorów fizyki, tzw. „Dni Wymiany Doświadczeń", na których można się pochwalić swoimi osiągnięciami oraz poznać nowe eksperymenty. Nasi pracownicy „Pokazówki" stanowią na nich, zdaniem profesora Nawrocika z UAM w Poznaniu, jednego z organizatorów tych spotkań – „mocną grupę". Rezultatem tych spotkań jest szereg nowych eksperymentów wykonanych przez pracowników „Pokazówki", które wzbogaciły nasze zbiory.

W ostatnich latach eksperymenty pokazowe, które wykładowcy naszego wydziału mogą zaprezentować podczas wykładów, dzięki inicjatywie ówczesnego dziekana profesora Henryka Sodolskiego, zostały dokładnie opisane w formie skryptów jako tzw. „Materiały pomocnicze z fizyki". Autorami ich byli między innymi dr Jan Liwo, autor tego artykułu oraz inne osoby.

Obecnie podczas wykładów z fizyki oprócz eksperymentów pokazowych Wykładowcy często korzystają ze środków multimedialnych, takich jak filmy video, animacje komputerowe zjawisk fizycznych czy wirtualnych laboratoriów. W „Pokazówce" znajduje się spora liczba materiałów multimedialnych, które są dostępne dla wykładowców. Są one szczegółowo opisane w „Katalogu Programów Multimedialnych".

Auditorium Maximum oraz Mała Sala Fizyki, w których to pomieszczeniach odbywają się wykłady z fizyki, są obecnie zajęte przez cały tydzień od rana do wieczora, a czasem również w niedzielę. Oprócz normalnych wykładów odbywają się tam również specjalne wykłady popularno-naukowe dla młodzieży szkolnej, organizowane przez nasz Wydział oraz Polskie Towarzystwo Fizyczne.

Wykłady te cieszą się od lat niesłabnącym zainteresowaniem. Przychodzą na nie często całe klasy z nauczycielami oraz rodzice z dziećmi w różnym wieku. Wydział Fizyki Technicznej i Matematyki Stosowanej sprawuje nad licznymi szkołami województwa pomorskiego patronat, w ramach którego prowadzone są dla młodzieży tych szkół wykłady z pokazami z różnych działów fizyki. Przygotowanie stosownych, często oryginalnych eksperymentów z fizyki do tych wykładów zajmuje czasem kilka dni pracy.

Pracownicy „Pokazówki" wykonali również wielką pracę podczas „I Bałtyckiego Festiwalu Nauki", przygotowując pokazy do znacznej liczby wykładów i demonstrując je.

Zbiór przyrządów do eksperymentów pokazowych z fizyki zgromadzony w pomieszczeniach „Pokazówki" jest naprawdę imponujący. Pieczołowicie przechowywane są tam przyrządy pamiętające początki Technische Hochschule. Niektóre z nich są ciągle używane. Charakteryzują się one zadziwiającą funkcjonalnością, estetyką i trwałością. Zbiory „Pokazówki" są cały czas uzupełniane drogą zakupów lub samodzielnego wykonania nowych zestawów eksperymentów przez jej pracowników. Korzystają oni z życzliwej pomocy pracowników wydziałowego warsztatu: Czesława Jakonisa i Bogdana Ruzika, którzy zawsze służą radą oraz wykonują często nietypowe elementy przyrządów.

Do dyspozycji wykładowców w „Pokazówce" oprócz rzutników pisma znajdują się: kamera video, odtwarzacz video oraz projektor sprzężony z komputerem. „Pokazówce", jak sądzę, przydałoby się jeszcze kilka nowoczesnych zestawów eksperymentalnych z fizyki współczesnej. Zestawy takie dostępne są na rynku i gdyby z okazji jubileuszu naszej uczelni udało się przekonać jakąś instytucję do sfinansowania ich zakupu, zwiększyłoby to zacznie atrakcyjność naszej bazy dydaktycznej.

Andrzej Kuczkowski
Wydział Fizyki Technicznej i Matematyki Stosowanej

Podpisy pod zdjęciami:

Fot. 1. Nils Bohr i Wolfgang Pauli, laureaci Nagrody Nobla z fizyki, obserwują ruch bączka japońskiego. Bączek taki, jak widać na bocznym rysunku, wprawiony w ruch obrotowy obraca się początkowo główką w dół, a następnie samorzutnie podnosi się i zaczyna wirować na nóżce. Po minach noblistów widać, że eksperyment ten zainteresował ich, zdumiał i rozbawił, podobnie zresztą jak każdego, kto po raz pierwszy zobaczy taki eksperyment. http://www.e20.physik.tu-muenchen.de/~cucke

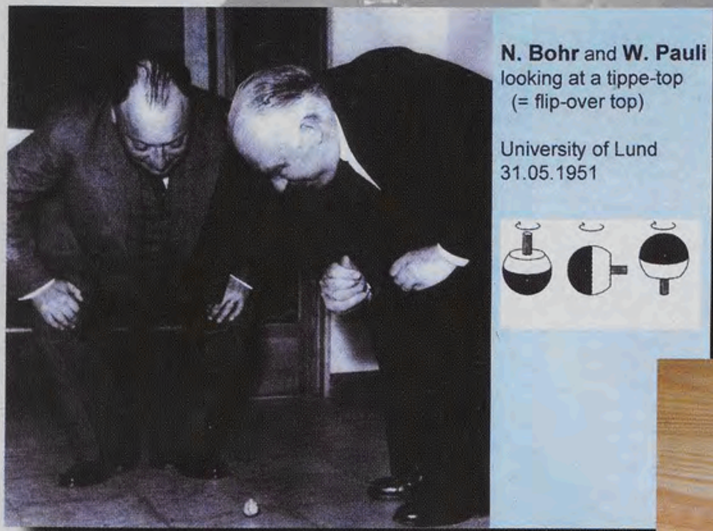
Fot. 2. Wózek jednoszynowy. Po wprawieniu krążka w szybki ruch obrotowy, dzięki pojawieniu się sił giroskopowych, wózek nie przewraca się.

Fot. 3. Figury Chladniego. W płytach pobudzonych do drgań tworzą się fale stojące. W zależności od miejsca pobudzenia płyty za pomocą smyczka oraz miejsca dotknięcia płyty palcem powstają w niej różne układy fal stojących. Wizualizację tych fal na powierzchni płyty można przeprowadzić przez uprzednie posypanie powierzchni płyty piaskiem. Podczas drgań piasek będzie się gromadził w węzłach fali stojącej.

Fot. 4. Syrena Seebecka, jak widać na rysunku, może być przykładem jednego z tych dawnych przyrządów, które są nadal używane i nieźle się prezentują. Sprężone powietrze wtłaczane do obudowy syreny napędza za pomocą turbinki metalową tarczę o różnej liczbie otworów nawierconych na obwodach koncentrycznie rozmieszczonych okręgów. Na te okręgi doprowadzane jest rurkami z zaworkami sprężone powietrze. Po otwarciu zaworka strumień powietrza jest rytmicznie przerywany przez wirującą tarczę, co jest przyczyną powstawania dźwięków o określonej częstotliwości. Ponieważ liczby otworów na kolejnych okręgach tworzą określoną sekwencję, dlatego można na syrenie zagrać cała oktawę. Przez równoczesne otwarcie kilku otworków można na syrenie zagrać akordy. Razem z tarczą obraca się oś, która porusza układ kół zębatych znajdujących się w górnej części syreny. Służą one do napędu mechanicznego licznika obrotów.

Fot. 5. Prezentacja widma drgającej struny za pomocą oscylografu.

Fot. Marek Chmielewski, Andrzej Kozłowski



fot. 1



fot. 2



fot. 3



fot. 4



fot. 5


WYDZIAŁ FIZYKI TECHNICZNEJ
I MATEMATYKI STOSOWANEJ